

Оформление художника *А. Марычева*

Публикуется с разрешения
правообладателя ООО «Петроглиф»

С 38 **Синельников В.С.**
Инженерные системы загородного дома. — М.: Эксмо,
2007. — 256 с.

ISBN 978-5-699-23124-9

Бум, охвативший россиян в области строительства недорогих индивидуальных загородных домов, по-прежнему набирает силу. Если вы занимаетесь этим самостоятельно, то знаете, что проблема инженерного обеспечения загородного дома занимает одно из главных мест. Книга дает достаточно полное представление о том, какие возникают проблемы при проведении городских удобств. В ней описаны как традиционные, так и новейшие способы водоснабжения, канализации и отопления.

Предлагаемое пособие вооружит необходимыми знаниями не только любителя делать все своими руками, но и хозяина, который хочет грамотно оценить, что предлагает ему строитель.

УДК 624
ББК 38.761/38.762.1

ПРЕДИСЛОВИЕ

Люди, как известно, делятся на пессимистов и оптимистов. Пессимисты говорят: «Все плохо, ничего не выйдет, ничего нельзя сделать...» и т. д. Оптимисты же не теряют надежды. И они все-таки правы: все можно сделать, если захотеть. Об этом, в общем-то, и говорится в книге, которую вы держите в руках. Мы даже так и хотели ее назвать: «Этюды оптимизма». Дело в том, что на наших глазах, похоже, сбывается одна вековая мечта человечества.

Люди издавна селились в городах — сначала ради безопасности, потом и ради комфорта. А душой рвались назад, к природе. Однако жизнь на природе при всей своей прелести полна лишений: проблемы с водой, теплом и пр. Одним словом, никакого инженерного обеспечения. Пушкин сетовал:

Ах, лето красное, любил бы я тебя,
Когда б не зной, да пыль, да комары, да мухи...

По сути, поэт жаловался на отсутствие приличного кондиционера, стеклопакета, не говоря уже о канализации.

Но примерно 100 лет назад начали намечаться перспективные решения проблемы комфортной загородной жизни (чтобы показать тогдашний уровень знаний по интересующим нас вопросам, на наших врезках приводятся цитаты из Большой энциклопедии, выходящей в 1900-е годы. Они помечены под рубрикой «Сто лет назад в энциклопедии писали»). «Смычку города с деревней» провозгласила в качестве

важнейшей задачи и популярная в начале прошлого века партия, выражая задушевные чаяния народа.

Как же обстоит дело с давней мечтой сегодня?

Она сбывается прямо на глазах — если, конечно, есть деньги.

Кардинально разобрались с инженерным обеспечением среди дикой природы в США. В этой стране, как известно, многие любят жить в доме на колесах, трейлерах. Приезжаешь в глушь, выбираешь полянку, а там — растет из земли тумба. Под крышкой — гнезда для подключения к электричеству, воде, газу, телефону...

В Подмоскowie тоже газификация и электрификация достигли впечатляющего уровня. Но в целом у нас создание городских удобств — предмет забот и требует вдумчивого подхода. Правда, если денег нет — нет и проблем.

Уже на этапе приобретения участка под загородный дом наряду с красотами следует обратить внимание на то, что потом может создать лишние трудности:

- проверьте глубину залегания грунтовых вод: их высокий уровень сильно усложняет создание автономной канализации;
- зовите лозоходца (если отсутствует колодец) — если под ногами нет воды, дело плохо;
- не оставляйте без внимания наличие поблизости деревообрабатывающих производств (это сулит дешевые древесные отходы для топки котлов).

Круг задач инженерного обеспечения, затронутый в этой книге, — водоснабжение, канализация, электричество, тепло.

Рекомендации, изложенные нами, нельзя считать исчерпывающими как ввиду ограниченного издания книги, так и в связи со стремительным развитием и современных технологий, и инфраструктуры загородной местности. Выбор тех или иных систем отопления, например, зависит от соотношения цен на энергоносители, а оно изменчиво. Многие задачи решались бы проще (и решаются в других странах) при дешевом электричестве. Поэтому, как нам кажется, польза от нашего пособия в первую очередь в том, что оно вводит в круг проблем, показывая, какие вопросы заслуживают особого внимательного отношения — исправление ошибок дорого стоит. Впрочем, люди делятся на две категории: пессимисты и оптимисты...



ДОМОВАЯ ЭЛЕКТРО- ПРОВОДКА

НАРУЖНАЯ СЕТЬ

УЗЕЛ ВВОДА

ЭЛЕКТРОЩИТОК

ДОМОВЫЕ ГРУППЫ

ЗАЩИТНОЕ ОТКЛЮЧЕНИЕ

**ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЕ
РАБОТЫ**

МОЛНИЕЗАЩИТА

НАРУЖНАЯ СЕТЬ

Электросеть индивидуального дома состоит из двух частей:

- наружная сеть, оканчивающаяся узлом ввода;
- домовая сеть, соединяющая входной электрощиток с приборами — потребителями электроэнергии.

Обычно подводка электричества к дому (к узлу ввода) осуществляется воздушной линией (рис. 1). Эта линия может быть однофазной (двухпроводной) или трехфазной (с четырьмя проводами — если в доме имеется электрооборудование, нуждающееся в трехфазном токе).

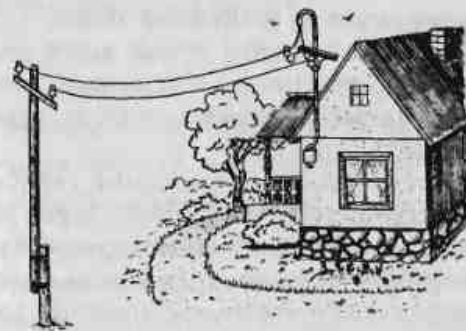


Рис. 1. Наружная электросеть: уличный столб, воздушная линия и мачта с узлом ввода.

Прокладка воздушной линии ввода производится службой энергонадзора, при этом должны быть обеспечены следующие условия:

- воздушная линия должна иметь длину не более допустимой (25 м); если расстояние от ближайшего столба линии электропередачи до входного устройства дома больше требуемого значения, необходимо установить промежуточный столб или столбы;
- над проезжей частью (дорогой) воздушная линия должна проходить на высоте не менее 6 м;
- на участке воздушная линия должна проходить на высоте не менее 5 м, желательно вдоль ограды, в стороне от пешеходных дорожек и высоких деревьев (не ближе 3 м до веток);
- провода воздушной линии должны пролегать выше проводов телефонной (и радио-) линии;
- расстояние по горизонтали между проводами воздушной линии и другими кабелями (телефон, радио, телевизионный спуск от антенны и пр.) должно составлять не менее 1,5 м.

Если прокладываемый (изолированный) провод не обладает необходимой прочностью, его крепят к натянутому между столбом и домом тросу.

Сечение проводов ввода выбирают в зависимости от максимальной потребляемой мощности и допустимого падения напряжения на воздушной линии.

Промежуточные столбы лучше всего ставить стандартные железобетонные с соблюдением соответствующей технологии заглубления в грунт и укрепления заглубленной части (рис. 2 а).

Допускается применять деревянные столбы на пасынках из железобетона или из прочных пород дерева, мало поддающихся гниению (дуб, сосна) (рис. 2 б). Комлеву (подземную) часть деревянного пасынка следует обработать антисептиком (креозот, насыщенный раствор марганцовки), а затем обернуть рубероидом по битуму.

Деревянный столб крепят к пасынку, предварительно установив на нем фарфоровые изоляторы на крюках.

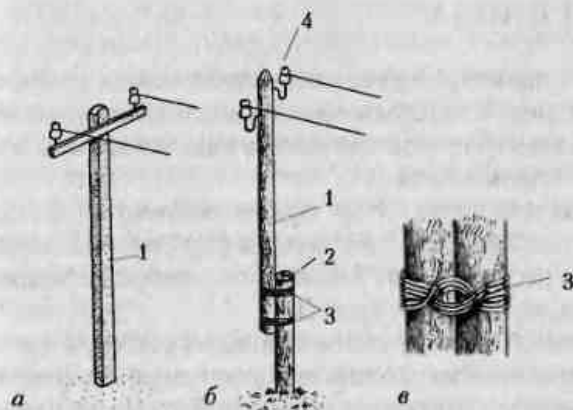


Рис. 2. Промежуточный столб на дачном участке:
а — железобетонный; б — деревянный с пасынком; в — стяжка из проволоки; 1 — столб; 2 — пасынок; 3 — стяжка; 4 — фарфоровый изолятор на крюке.

Крепление производят с помощью мягкой железной проволоки диаметром 5 мм в двух местах: на 500 мм выше нижнего среза столба и на 500 мм ниже верхней кромки пасынка.

Стяжку выполняют, обернув несколько раз проволоку вокруг столба и пасынка, а затем затягивают, например, с помощью стального лома (рис. 2 в).

Сто лет назад в энциклопедии писали:

«Электрический свет в настоящее время полугил громадное распространение и конкуренцию с ним выдерживает лишь газово-калильный свет, полугенный при помощи накаливаемой светильным газом сетки, изобретенной Ауэром фон Вельсбахом и состоящей из натянутого гудка, пропитанного солями редких металлов...»

УЗЕЛ ВВОДА

Несущая конструкция домового ввода (фарфоровых изоляторов, к которым крепят воздушное ответвление от линии электропередачи) зависит как от высоты дома, так и от материала стены.

В деревянную стену просто ввинчивают железные крюки, на которых закреплены фарфоровые изоляторы, причем расстояние от нижнего изолятора до земли должно быть не менее 5 м (рис. 3 а).

Если стена кирпичная, крюки изоляторов приваривают к кронштейну, концы которого вмуровывают в стену на цементном растворе с кирпичной крошкой или мелким щебнем (рис. 3 б). На тонкую стену (каркасную или кирпичную) кронштейн крепят с помощью сквозных шпилек с шайбами или опорными пластинами.

В том случае, когда дом (или хозяйственная постройка) имеет недостаточную высоту (менее 5 м), ее восполняют, поднимая изоляторы на мачте. Мачту крепят к фронтому строению (рис. 3 в) или к стойкам чердачного помещения, пропуская трубу сквозь крышу. Изоляторы

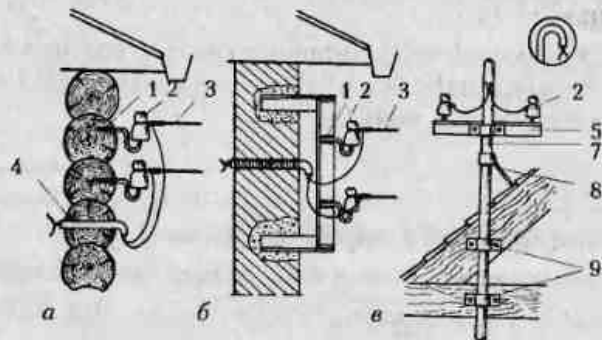


Рис. 3. Ввод электросети в дом:
а — для деревянных стен; б — для кирпичных стен;
в — для невысоких построек и одноэтажных домов;
1 — крюк; 2 — изолятор; 3 — воздушная линия; 4 — изоляционная трубка; 5 — кронштейн из стального уголка; 6 — цементный раствор с наполнителем; 7 — труба ввода; 8 — растяжка; 9 — хомут.

должны быть установлены так, чтобы нижний провод воздушной линии проходил на расстоянии 1 м от кровли.

Готовые мачты в сборе с изоляторами имеются в продаже, но при необходимости такое устройство можно изготовить самостоятельно из оцинкованной водопроводной трубы диаметром не менее 3/4" труб. Верхний конец трубы загибают полукольцом, чтобы защитить проходящие сквозь нее провода от осадков. Поперечины с изоляторами и крепежные накладки приваривают к трубе либо крепят хомутами.

Мачта испытывает большие тянущие усилия проводов воздушной линии, а также ветровую нагрузку, поэтому при необходимости трубу укрепляют расчалками.

Установленную на крыше трубу (мачту) желательно заземлить. Об устройстве домового заземления будет рассказано отдельно.

К концам воздушной линии (у фарфоровых изоляторов) провод присоединяют скруткой, как показано на рис. 3; можно использовать плашечные зажимы, стягиваемые болтами с пружинными шайбами (шайбами Гровера).

Через трубу-мачту провода или кабель протягивают с помощью кондуктора — упругой стальной проволоки диаметром 1,5—2 мм. Сначала пропускают сквозь трубу кондуктор, затем на его загнутый конец надевают скрученные концы жил кабеля и протягивают кабель кондуктором через трубу, предварительно протерев его (кабель) тряпкой. Для облегчения протяжки можно продуть трубу сухим тальком. Концы трубы после окончания работ герметизируют битумом или влагостойкой замазкой.

Домовой ввод начинается от фарфоровых изоляторов. Он включает в себя кроме собственно проводов пакетный выключатель или рубильник, обеспечивающий аварийное отключение электричества от домовой сети, и изоляционные трубки для защиты проводов при проходе через стену.

Уличный выключатель (рубильник) располагают в непосредственной близости от фарфоровых изоляторов

ввода. Он должен быть защищен от воздействия атмосферных условий с помощью футляра или иметь исполнение, допускающее эксплуатацию на открытом воздухе. Рекомендуется использовать рубильник типа ЯРМВ-6122 или другие аналогичные устройства в пыле-рызгозащитном исполнении, укомплектованные предохранителями.

Для защиты проводов при проходе через стену внутрь дома можно использовать традиционные фарфоровые изоляторы — с внутренней стороны в виде втулки (трубки с фланцем), а со стороны улицы — в виде воронки (трубки с изогнутым концом). Воронку устанавливают носком вниз, чтобы исключить попадание в нее влаги.

В промежутке между втулкой и воронкой провода защищают резиновой или пластиковой трубкой.

Можно протянуть сквозь стену свинцовую трубку.

Проще всего использовать имеющийся в продаже гофрированный пластиковый рукав подходящего диаметра, который специально предназначен для прокладки кабеля в толще стен, в бетоне, под слоем асфальта и т. д.

Ввод кабеля в стену должен находиться на высоте не менее 2,75 м. Участки проводки от фарфоровых изоляторов до рубильника и от него до внутридомового расчетного счетчика нужно прокладывать только цельным куском провода, без разъемов и соединений.

ЭЛЕКТРОЩИТОК

Домовой щиток, вероятно, знаком каждому. Он содержит входной выключатель, который позволяет при необходимости обесточить весь дом, счетчик электроэнергии и предохранители (лучше всего — автоматические) по числу групп электросетей в доме. Эти приборы монтируются на панели (асбоцементной или металлической) или внутри металлического шкафчика с дверцей.

Электрощиток устанавливают в доме в непосредственной близости от входа и, насколько возможно, от электри-

ческого ввода в дом, в защищенном от сырости месте (в прихожей, входном тамбуре и пр.), на стене или иной жесткой конструкции, не подвергающейся сотрясениям, вдали от источников тепла на высоте 1,4—1,7 м от чистого пола.

Электрощиток должен быть легко доступен для ремонта счетчика и включения/выключения общего выключателя и предохранителей.

В продаже имеются готовые электрощитки различного исполнения — как в виде открытой панели, так и в виде шкафчика той или иной конструкции и размера, с установленным счетчиком или без него, с монтажом электрических соединений или без него.

Провода, которые соединяют рубильник, счетчик и автоматические предохранители, должны быть цельными, не бывшими в употреблении, скрутки, пайки, разъемы недопустимы. Лучше всего использовать для монтажа на щитке медные одножильные провода диаметром 4 мм. Желательно, чтобы фазный и нулевой провода были разных цветов, например: красный и синий, синий и черный и т. д. Провода, подключаемые к счетчику, не надо прокладывать внахлест: следует оставить запас в виде свободной петли длиной не менее 120 мм. Если провода имеют оболочку одинакового цвета, необходимо перед вводом в счетчик каким-либо образом маркировать их на длине не менее 100 мм (надеть цветные трубки, белые трубки с надписью и т. д.). Электрическая схема электрощитка показана на рис. 4.

Как видно из схемы, оба провода от домового ввода (фазовый и нулевой) поступают сначала на общий рубильник, затем на счетчик электроэнергии, а после него фазный провод подается на группу предохранителей (лучше автоматических).

ДОМОВЫЕ ГРУППЫ

Количество предохранителей, установленных на электрощитке, зависит от необходимого числа отдельных электрических линий (групп) в доме.

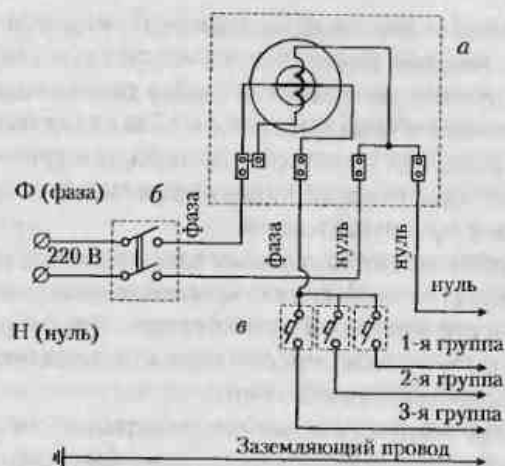


Рис. 4. Электрическая схема электрощитка:
 а — электросчетчик; б — общий рубильник; в — предохранители
 домовых групп (отдельных электролиний).

Чаще всего применяют два способа деления домашней электросети на отдельные группы:

- по видам потребителей;
- по помещениям.

Первый способ (по видам потребителей) логично использовать для сравнительно небольшого дома. В этом случае можно от одного предохранителя питать, скажем, электрические розетки и аварийное освещение, от другого — стационарное освещение, а от третьего — систему отопления и нагрева бытовой воды или электроплиту. Конечно, можно распределить группы и по-другому.

Второй способ — это когда, например, от одной линии питается первый этаж дома, от другой — второй этаж, от третьей — гараж, от четвертой — мастерская, летняя кухня и т. д.

Естественно, можно комбинировать оба способа. Правильнее всего в каждом помещении ставить свой щиток с предохранителями и делить линию питания этого поме-

щения на свои подгруппы: освещение, розетки и т. д. — по первому способу.

Если требуется вести отдельный учет электроэнергии по группам потребления, то есть установить несколько электросчетчиков, тогда провода домашнего ввода сначала должны поступить на распределительный щит, который устроен таким же образом, как описанный электрощиток, но на нем может не быть общего электросчетчика. Далее к фазным проводам каждой рабочей группы подсоединяют электрощитки — для каждой группы свой — в удобном месте. Каждый такой вторичный щиток должен быть помечен по потребителям («дом», «гараж», «флигель», «временка», «гостевой дом» и т. д.).

ТРЕХФАЗНАЯ СЕТЬ

Некоторые бытовые электроаппараты нуждаются в питании от трехфазной сети 380/220 В.

Подводка такой сети принципиально не отличается от однофазной — просто счетчик, рубильник, автоматические предохранители нужно будет использовать трехфазные. Разумеется, кабели, розетки, вилки — тоже.

Особенность пользования трехфазной сетью связана с необходимостью решить вопрос о том, как распределить питание однофазных приборов, которые, естественно, все равно имеются (лампочки, электронагревательные приборы, магнитофоны и т. д.). Трехфазная сеть имеет три фазных провода и один нулевой. Напряжение между любой парой фазных проводов — 380 В, а между любым фазным и нулевым — 220 В.

Если все однофазные потребители подключить к какой-то одной фазе (и нулю), то эта фаза будет потреблять из сети большую мощность, чем две другие. Такой перекос вредно сказывается на работе тех приборов, которым требуются все три фазы. Поэтому в данном случае необходимо разделить все домашние однофазные приборы на три группы — любым удобным способом, но так, чтобы они потребляли примерно одинаковое количество энер-

гии, что не всегда просто. Например, если те приборы, что работают преимущественно днем, будут подключены к одной какой-либо фазе, то ночью эта фаза будет нагружена меньше других, что как раз нежелательно. Лучше, скажем, осветительные приборы питать от трех разных групп (фаз). Вариант подключения домовых потребителей к трехфазной сети показан на рис. 5.

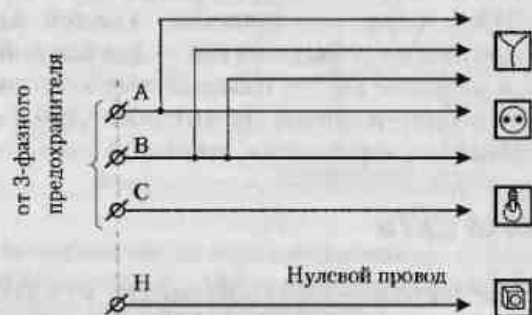


Рис. 5. Трехфазная домовая электросеть.

ЗАЗЕМЛЯЮЩИЙ ПРОВОД

Использование штепсельных розеток с заземляющим контактом повышает уровень безопасности при пользовании приборами, и вся современная электроаппаратура — от пылесоса до стиральной машины, — как правило, предусматривает заземление корпуса и снабжается штепсельными вилками с заземляющим контактом.

Заземляющая жила кабеля электропитания (к которой через штепсельные разъемы и подключены корпуса электроприборов) выводится к клемме на корпусе электрощитка.

В городских квартирах корпус щитка часто бывает подключен к нулевому проводу трехфазной сети, снабжающей дом электроэнергией (на нулевой клемме домового силового щита).

ЗАЩИТНОЕ ОТКЛЮЧЕНИЕ

В загородном доме есть возможность устроить заземление, то есть обеспечить электрический контакт заземляющего провода с землей через заглубленный в грунт заземлитель. Один из вариантов такого заземляющего устройства показан на рис. 6.

Для его изготовления необходимо отрыть канаву глубиной около 0,8 м и забить в нее несколько заземляющих электродов, для которых подойдут отрезки водопроводной трубы диаметром около дюйма. Концы труб можно сплющить кувалдой, чтобы облегчить их погружение в грунт.

Верхушка каждого заземления должна быть соединена 5-миллиметровой проволокой с тоководом.

Эти соединительные проволоки крепятся к заземлителям и стягиваются в жгут обмоткой из мягкой 2-миллиметровой железной проволоки. Такой же обмоткой крепится жгут к тоководу, который соединяет заземлители с корпусом домового электрощитка.

Если рубильник или общий выключатель позволяет отключить при необходимости домовую сеть (или рабо-

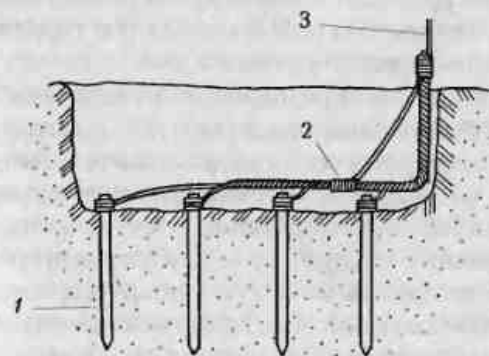


Рис. 6. Устройство заземления:
1 — стальная труба \varnothing 0,5 или 1 дюйм; 2 — перевязочная проволока \varnothing 2 мм; 3 — стальная проволока \varnothing 5 мм, подключенная к корпусу электрощитка.

чую группу) вручную, то устройства защиты производят такое отключение автоматически, реагируя на аварийную ситуацию. Рассмотрим, в каких случаях необходимо экстренное отключение сети.

КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ

Если в любой части электропроводки или электроприбора (лампочки, утюга и т. д.) нарушится изоляция и фазный провод коснется нулевого, произойдет короткое замыкание.

Поскольку между замкнувшимися проводами нет никакой нагрузки, иначе говоря, электрическое сопротивление места контакта практически равно нулю, ток через контакт начнет расти до тех пор, пока не расплавятся провода, что, в частности, может привести к пожару. Для защиты от короткого замыкания и служат предохранители. Простой (в виде «пробки») предохранитель — это включенная в фазный провод легкоплавкая вставка, которая при росте тока сгорит и разомкнет цепь задолго до того, как произойдут более серьезные неприятности. Конструктивно предохранитель выполнен так, что эта микрокатастрофа не приводит к порче предохранительной колодки. Пожертвовавшую собой маленькую героиню выбрасывают и заменяют следующей.

Автоматические предохранители устроены так, что в случае короткого замыкания рост тока приводит к срабатыванию электромагнитного расцепителя мгновенного действия, который разъединяет электрическую цепь без ущерба для себя. Для того чтобы после устранения короткого замыкания снова включить электричество, необходимо просто нажать на белую кнопку (красная служит для выключения) или перекинуть вверх опустившийся при срабатывании предохранителя рычажок.

Понятно, что предохранитель должен срабатывать при значениях тока, выбранных с солидным запасом, — иначе случайные небольшие колебания напряжения в сети (а следовательно, и тока) будут приводить к постоянному

ложному срабатыванию защиты. С другой стороны, запас не должен быть и слишком велик, чтобы действие тока не причинило вреда сети раньше, чем произойдет отсечка.

Заметим, что автоматические предохранители, установленные в начале каждой домовой линии (рабочей группы) защищают от короткого замыкания не только домовую сеть, но и наружную.

В самом деле, если бы их не было, то аварийное короткое замыкание привело бы к выходу из строя трансформаторной подстанции, а вернее, электрического силового щита более высокого уровня, так что электричества лишилось бы значительное количество пользователей, да и без вызова аварийной службы было бы не обойтись. А при наличии «автомата» достаточно включить его после срабатывания (удалив, конечно, причину короткого замыкания). Становится понятна и необходимость нескольких линий в доме: если одна линия вылетела, в запасе есть другие. Кстати, отсюда вывод: удобно, если от каждой рабочей группы питается лампочка аварийного освещения в районе счетчика или аварийная розетка, в которую можно включить переносную лампу.

ПЕРЕГРУЗКА

Если короткое замыкание — это авария, форсмажорная ситуация, то перегрузка, то есть работа сети и электроприборов, подключенных к ней, при значениях тока, существенно превышающих номинальное, причиняет вред не сразу и потому более коварна.

Перегрузка может вызываться и внешними причинами, и внутренними. Внешние — это повышенное напряжение в сети. Внутренние — включение в линию приборов, потребляющих недопустимо большую для этой линии мощность.

Для защиты от перегрузки применяются так называемые тепловые расцепители, которые обычно встраиваются в устройства защиты от короткого замыкания, образуя комбинированные автоматические выключатели.

В продаже кроме обычных предохранителей («пробки») имеются отечественные и импортные автоматические выключатели: стационарные (крепятся шурупами к панели щитка, либо надеваются на специальную монтажную групповую планку) и «пробочные», предназначенные для ввинчивания в колодку для обычных «пробок», — рассчитанные на разные номинальные токи срабатывания.

При поражении человека электрическим током опасность для жизни создает именно ток.

Величина тока, протекающего через организм, зависит от очень многих обстоятельств: влажности кожи, нервного возбуждения, контакта с почвой. Напряжение играет далеко не главную роль. Зато важнейший фактор — время воздействия тока.

Правильно выбранные номинальные токи срабатывания средств защиты как от короткого замыкания, так и от перегрузки (о чем речь пойдет далее) таковы:

- 16 А — для линии (группы) с суммарным максимальным потреблением 10 А (2,2 кВт); это могут быть осветительные приборы или штепсельные розетки для приборов малой мощности;
- 25 А — для линии с общей мощностью до 4 кВт (около 18 А) — например, для сети штепсельных розеток при наличии отдельных приборов мощностью около кВт.

ЗАЩИТА ОТ ТОКОВЫХ УТЕЧЕК

Нужно иметь в виду, что автоматические выключатели, защищающие электросеть и электроприборы от короткого замыкания и от перегрузок, ничем не помогают в ситуации, когда человек касается находящихся под на-

пряжением оголенных проводов или токоведущих частей приборов: при поражении человека током величина этого тока слишком мала для срабатывания названных устройств.

В этих ситуациях применяются устройства защиты, реагирующие на токи утечки в землю.

Такие устройства срабатывают при протекании тока между фазным проводом и:

- заземляющим проводом (не путать с нулевым);
- заземленным корпусом приборов;
- землей.

• Эти токи называются *токами утечки*. Они могут возникнуть в двух случаях:

- при замыкании фазного провода с одним из трех перечисленных видов заземления;
- при касании человеком оголенного фазного провода под напряжением. Во втором случае ток утечки протекает через человеческий организм, создавая угрозу для его жизни.

Таким образом, устройства данного типа выполняют две функции: защиту от пожара при коротком замыкании «фаза — земля» и отключение сети при соприкосновении человека с оголенными токоведущими частями, находящимися под напряжением.

Срабатывание защиты происходит при очень незначительных токах утечки (от 2 миллиампер до 1 ампера). При прохождении через человеческий организм тока 2 мА и более отключение произойдет менее чем через 0,1 секунды.

Поскольку перечисленные устройства защиты не заменяют, а дополняют друг друга (например, защита от утечек не реагирует на утечки «фаза — ноль»), следует применять и отсечку тока при коротком замыкании, и защиту от перегрузок, и описанный только что вид защиты (от утечек).

При трехфазном питании возможно короткое замыкание «фаза — фаза». Для защиты от него следует установить в соответствующей цепи автоматический выключатель-отсечку.

Ниже приведены данные однофазных устройств защитного отключения (УЗО), реагирующих на токи утечки.

Таблица 1

ПАРАМЕТРЫ ОДНОФАЗНЫХ УЗО

Номинальный ток, А	2,7	6,3	10	25	40
Установка тока срабатывания, А	10	10	10	10	15
Время срабатывания, сек.	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1

ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ

ПРОВОДА, КАБЕЛИ И ИНСТРУМЕНТ

Прежде чем говорить о правилах монтажа внутренних линий (групп) домовой проводки, стоит разобраться с типами проводов и их назначением.

Электрический провод – это изолированный или неизолированный проводник электрического тока, состоящий из одной или нескольких проволок (чаще всего медных или алюминиевых).

Установочный провод – это изолированный электропровод для электрического монтажа и скрытой или открытой проводки.

Электрический кабель – несколько изолированных электрических проводов, заключенных в общую защитную оболочку, а иногда поверх нее в защитный покров – стальную спиральную ленту (металлорукав) или металлическую оплетку.

Электрический шнур – это гибкий кабель с многопроволочными гибкими жилами, предназначенный для подключения электроприборов к сети через розетки.

Неизолированный провод допускается применять только для воздушной линии.

Сечение провода нужно выбирать в зависимости от проходящего по нему тока (или потребляемой мощности).

Для медных проводов допустимая токовая нагрузка до 8 ампер на квадратный миллиметр сечения, а для алюминиевых – до 6 ампер. Таким образом, для медного провода сечением 2,5 кв. мм допустимый ток – 20 А, что соответствует мощности 4,4 кВт в однофазной сети и 13,2 кВт – для трехфазной. Для алюминиевого провода такая нагрузка велика – при сечении 2,5 кв. мм ток не должен превышать 15 А, а мощность – 3,3 и 1 кВт соответственно.

Если же потребляемый ток равен тем же 20 А, придется выбирать сечение алюминия побольше – 4 кв. мм (хватило бы и 3,5 кв. мм, но такой провод не производится).

Примерные значения допустимых токов и мощностей для алюминиевых и медных проводов сечением от 0,35 кв. мм до 25 кв. мм приведены в таблице 2.

Промышленность производит сотни видов проводов, отличающихся друг от друга типом изоляции. Каждый тип изготавливается для вполне определенных условий эксплуатации. Понятно, что кабелю, прокладываемому в земле, нужна не такая изоляция, что используется в домовой проводке. В сырых помещениях требуется одна изоляция, при повышенной температуре – другая. По деревянным конструкциям нужно прокладывать кабель с изоляцией, не распространяющей горение, и т. д., и т. п.

Данные о некоторых типах (марках) проводов и кабелей, используемых в домовой проводке, приведены ниже.

Кабели для силовой электропроводки

Ниже приводятся сведения о некоторых наиболее употребительных кабелях и проводах, рекомендуемых для использования при прокладке силовой проводки в помещениях.

В таблицах имеются данные об ассортименте и технических характеристиках каждого типа кабеля или провода, а также информация о рекомендуемой области применения.

1) Кабель с тройной изоляцией.

Таблица 2а

Кабель марки NYM (круглый)

Жила — однопроволочная медная
 Изоляция — поливинилхлорид (ПВХ)
 Промежуточная оболочка — мелонаполненная резина
 Наружная оболочка — ПВХ
 Температура эксплуатации от -50°C до 50°C
 Срок службы — 30 лет
 Не распространяет горение

Число жил	Сечение, мм ²	Наружный диаметр, мм	Масса, г/м	Радиус изгиба, не менее, град.
2	1,5	8,5	120	35
2	2,5	9,7	165	40
3	1,5	9,0	140	36
3	2,5	10,2	190	41
4	1,5	9,6	165	40
4	2,5	11,2	230	45
5	1,5	10,3	190	45
5	2,5	12,0	270	48

Область применения:

Кабель благодаря тройной изоляции и использованию медной жилы обладает высокой надежностью. Он может применяться для промышленного и бытового стационарного монтажа электропитания, открытой и скрытой проводки (поверх штукатурки, в штукатурке и под штукатуркой, в кирпичной кладке и бетоне).

Кабель NYM годен для использования в сухих, влажных и мокрых помещениях, в трубах и каналах.

На открытом воздухе применять только вне прямого действия солнечного света.

2) Кабель с двойной изоляцией.

Таблица 2б

Кабели марки ВВГ и АВВГ

Жила — однопроволочная медная
 Изоляция — ПВХ
 Оболочка — ПВХ
 Температура эксплуатации от -50°C до 50°C
 Продолжительность короткого замыкания не должна превышать 4 сек.
 Не распространяет горение

Число жил	Сечение, мм ²	Наружный диаметр, мм	Масса, г/м
Кабель марки ВВГ			
2	1,5	7,5×4,5	66
2	2,5	8,3×5,4	89
2	4,0	9,7×6,0	128
3	1,5	7,9	90
3	2,5	9,4	134
3	4,0	10,8	193
4	1,5	9,2	123
4	2,5	10,1	165
4	4,0	11,8	242
4	6,0	13	325
4	10,0	16	516
4	16,0	19	776
4	25,0	24,5	1254
Кабель марки АВВГ			
2	2,5	5,4×8,3	59
2	4,0	6,0×9,7	80
3	2,5	9,4	89
4	2,5	10,1	106

Число жил	Сечение, мм ²	Наружный диаметр, мм	Масса, г/м
4	4,0	11,8	144
4	6,0	13	179
4	10,0	16	269
4	16,0	19	371
4	25,0	24,5	545

Примечание. Четырехжильный кабель имеет модификацию с уменьшенным на один шаг сечением четвертой (нулевой) жилы.

Область применения:

Силовой стационарный электромонтаж, в том числе на открытом воздухе (с условием защиты от прямого воздействия солнечной радиации).

3) Провод с одинарной изоляцией.

Таблица 2в

ПРОВОД МАРКИ ППВ, АППВ, ПВ1, АПВ

Провода марок ППВ и ПВ1 — жила медная. Провода марки АППВ и АПВ — жила алюминиевая Температура эксплуатации до — 50°С Срок службы — не менее 15 лет Изоляция ПВЖ			
Число жил	Сечение, мм ²	Наружный диаметр, мм	Масса, г/м
Провод марок ПВ1 (одножильный) и ППВ			
1	0,75	2,0	8
1	1,0	2,3	13
1	1,5	2,8	19
1	2,5	3,4	30

Число жил	Сечение, мм ²	Наружный диаметр, мм	Масса, г/м
1	4,0	3,8	45
1	6,0	4,3	69
1	10,0	5,6	107
2	1,5	2,8×6,5	40
2	2,5	3,4×7,8	63
3	2,5	2,8×10,3	60
3	2,5	3,4×12,1	95
Провод марки АПВ (одножильный) и АППВ			
1	2,5	3,4	15
1	4,0	3,8	21
1	6,0	4,3	28
1	10,0	5,6	46
1	16,0	6,5	66
2	2,5	3,4×7,8	32
2	4,0	3,8×8,7	43
3	2,5	3,4×12,1	48
3	4,0	3,8×13,5	65

Область применения:

Силовые и осветительные сети на открытом воздухе и внутри помещений, в стальных трубах, пустотных каналах, на лотках.

4) Провод для погружных насосов.

Таблица 2г

Провод марки ВПв

Жила — многопроволочная медная Изоляция — полиэтилен Оболочка — поливинилхлорид (ПВХ) Температура эксплуатации от — 40°С до 65°С Срок службы — 30 лет

Номинальное сечение, мм ²	Диаметр проволоки, мм	Наружный размер, мм	Масса, г/м
6,0	0,5	7,3	100

Область применения:

Для присоединения к электросети погружных насосов и электродвигателей, длительно работающих в воде (в скважинах и колодцах).

Выбор сечения кабеля

Ниже приводятся данные, позволяющие выбрать допустимый ток и нагрузку для различного сечения жил кабеля в соответствии с выпускаемыми промышленностью номиналами. Данные приводятся для кабелей как с медной жилой, так и с алюминиевой жилой.

Таблица 3

ДОПУСТИМАЯ НАГРУЗКА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ И ПРОВОДА

Сечение, мм ²	Медная жила		Алюминиевая жила	
	Ток, А	Мощность, кВт	Ток, А	Мощность, кВт
0,75	8,0	1,8	—	—
1,0	9,0	2,0	—	—
1,2	—	—	8,0	1,8
1,5	12,0	2,6	—	—
2,0	—	—	12,0	2,6
2,5	20,0	4,4	16,0	3,5
4,0	25,0	5,5	20,0	4,4
6,0	32,0	7,0	25,0	5,5
10,0	50,0	11,0	40,0	8,8
16,0	65,0	14,3	50,0	11
25,0	95,0	21,0	70,0	15,4

Поскольку мы приближаемся к описанию приемов монтажа проводки и приборов, назовем самый необходимый инструмент электромонтера (молотки, надфили, тисочки и прочий слесарный инструмент тоже может понадобиться, но о нем мы говорить не будем), вернее даже не назовем, а ограничимся рисунком (рис. 7).

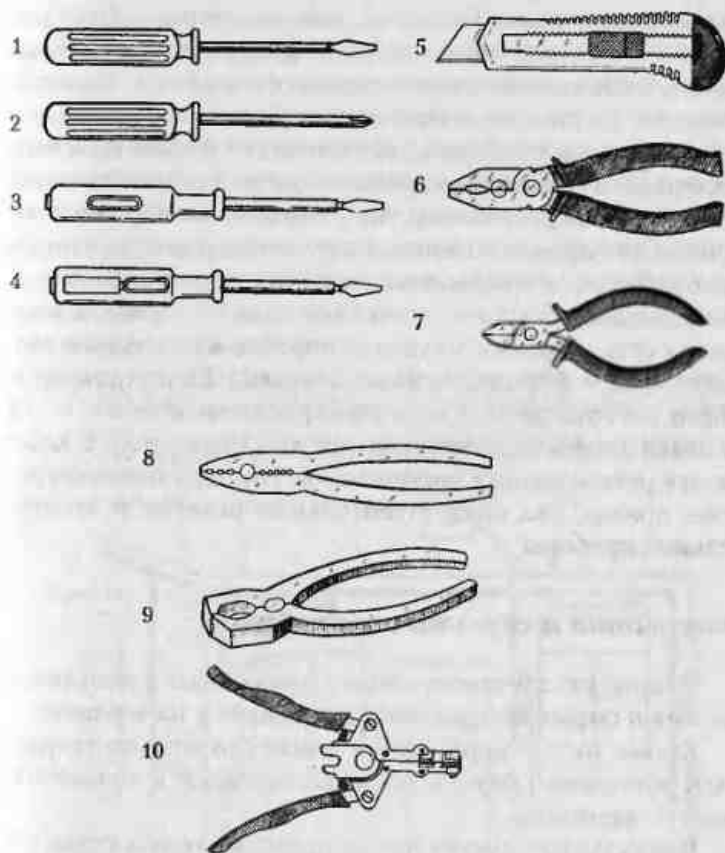


Рис. 7. Инструмент, необходимый для монтажа электропроводки: 1, 2 — отвертки; 3, 4 — пассивный и активный пробники; 5 — нож; 6 — пассатижи; 7 — кусачки; 8 — 10 — инструменты для зачистки изоляции на конце провода.

СТРУКТУРА ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ

Электрическая проводка напоминает дерево: корень — это предохранитель, ствол — это кабель основной линии, ветки — это отводы в комнаты и т. д., места ветвления — распределительные коробки, листья — электроприборы.

Как и ветки у дерева, после каждого ветвления кабель становится тоньше (например, к счетчику и предохранителям прокладывают медный кабель сечением 4 кв. мм, далее — основные кабели рабочих групп сечением 2,5 кв. мм, а от комнатных ответвительных коробок — провода сечением 1,5 кв. мм к штепсельным розеткам, 1 кв. мм — к осветительным приборам). Конечно, эти цифры ориентировочные, в каждом конкретном случае сечение провода зависит от потребляемого тока, о чем сказано выше (например, от наружного ввода к счетчику, предохранителям идет кабель с сечением жил 4 кв. мм, далее основные кабели каждой группы — с сечением жил 2,5 кв. мм, а комнатная сеть от коммутирующих коробок к розеткам и светильникам — с сечением жил 1,5 кв. мм). Если в документации на прибор (бойлер, электроплиту, котел и т. д.) рекомендованы большие сечения жил подводящего кабеля, эти рекомендации приоритетны. Листьев на нашем дереве, правда, два вида: штепсельные розетки и осветительные приборы.

Открытая и скрытая проводки

Открытую электропроводку применяют в неотапливаемых и сырых помещениях, в подвалах и на чердаках.

Кроме того, в деревянных домах (то есть по сгораемым поверхностям) допускается применять только открытую проводку.

В остальных случаях лучше проводку делать скрытой. Открытую проводку крепят к стене пластмассовыми накладками-хомутами соответствующего размера и конфигурации (рис. 9). При разметке следует учитывать, что открытая проводка прокладывается только горизонтально

или вертикально (рис. 8), по наклонным стенам мансарды — в вертикальной плоскости.

Открытую проводку можно крепить и с помощью подходящего клея (он не должен быть агрессивным к оболочке кабеля), нанося его на кабель через 400–800 мм каплями и затем прижимая к основанию.

Можно прокладывать открытую проводку и в пластиковых кабель-каналах.

Такой канал представляет собой пластиковый желоб прямоугольного профиля с закрывающейся крышкой. Крепить к несущей поверхности кабель-канал можно «жидкими гвоздями» — специальным быстросохнущим клеем, который наносится на прилегающую к стене поверхность кабель-канала каплями через 300–500 мм, после чего кабель-канал плотно прижимают к потолку или стене строго по намеченной линии на несколько секунд. Затем укладывают кабель, а после окончания монтажа — защелкивают крышку. Кабель-канал легко режется и сочленяется при поворотах.

Традиционный способ крепления открытой проводки — хомутиками из жестяной или свинцовой полоски (рис. 9 б), которую крепят прибиваемым или замуровываемым гвоздем.

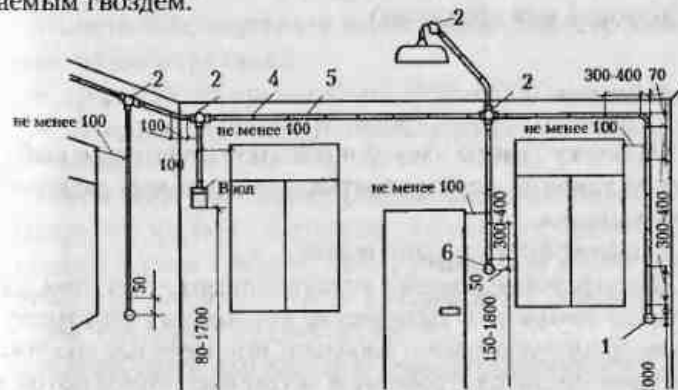


Рис. 8. Открытая проводка (размеры в мм):

- 1 — штепсельная розетка; 2 — ответвительная коробка;
3 — коробка ввода комнатной линии; 4 — точки крепления кабеля;
5 — кабель; 6 — выключатель.

МОНТАЖ СКРЫТОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ

Для монтажа скрытой проводки в основании следует выбрать бороздку необходимой ширины (чуть шире диаметра кабеля) и глубины (на 5–10 мм больше диаметра кабеля). Кабель укладывают в канавку, прихватывая («примораживая») его алебастром или цементным раствором, а после окончания монтажа бороздку заштатлевают.

Разрешается прокладывать электропроводку в стальных трубах (как скрыто, так и по поверхности основания).

Трубу надо предварительно подготовить:

- отрезать нужную заготовку, при необходимости изогнуть ее гибочным приспособлением, затем снять заусенцы на торцах. Радиус изгиба должен составлять:
- более 6 диаметров — при скрытой прокладке;
- более 4 диаметров — при наружной прокладке;
- более 10 диаметров — в бетоне.

«Черные» трубы при наружной прокладке красят или покрывают битум-лаком, при скрытой — нет. Оцинкованные трубы не красят.

Протягивают кабель в трубу кондуктором (стальной проволокой или тросиком).

Разметка

Разметку трассы электропроводки начинают с выбора мест установки электрощитка, штепсельных розеток и светильников.

О питке было сказано выше.

Штепсельные розетки устанавливают, учитывая планировку комнаты и количество возможных электроприборов. Лучше установить побольше штепсельных розеток, в том числе двойных, тройных и четверных, чтобы потом не приходилось злоупотреблять удлинителями и тройниками.

Штепсельные розетки лучше устанавливать на высоте 300 мм от пола, а над письменным столом и в подобных местах — на высоте 1000 мм.

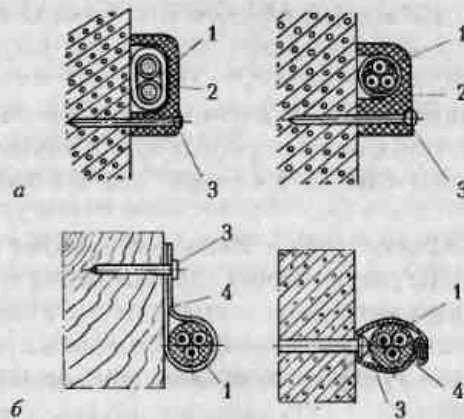


Рис. 9. Крепление открытой проводки пластмассовой скобкой (а) и металлической лентой (б):

1 — кабель; 2 — скобка; 3 — гвоздь; 4 — лента.

Затем размечают места крепления стационарных осветительных приборов (потолочных и настенных) и выключателей (или многоклавишного выключателя) к ним.

Высота выключателей выбирается в соответствии с одной из двух традиций:

- примерно на уровне глаз (1600–1800 мм от пола),
- на уровне ладони опущенной руки (700–900 мм от пола).

Затем выбирают место для распределительной (ответвительной) коробки (которая служит для подключения комнатной сети к общей линии). Коробка может размещаться как в комнате, так и в коридоре — в зависимости от того, где проходит общая линия.

Линию проводки для штепсельных розеток прокладывают непосредственно на уровне их размещения, параллельно полу.

Отводы к светильникам и выключателям прокладывают вертикально — иначе вы рискуете устроить корот-

кое замыкание, угодив гвоздем или дюбелем прямо в кабель, когда впоследствии захотите что-нибудь повесить на стене.

Все соединения (ответвления) проводов выполняют только в ответвительных коробках или установочных коробках выключателей, штепсельных розеток или светильников.

Как уже сказано ранее, в комнате следует иметь отдельные группы (магистралы) для освещения и для розеток. Если предусматривается подключение в доме компьютеров, они должны питаться от штепсельных розеток самостоятельной группы, со своим предохранителем на электрощитке.

После разметки пробивают бороздку под кабель и выбирают гнезда под распределительные и установочные коробки.

Прокладка каналов и гнезд под установочные коробки

В кирпичных, блочных или бетонных стенах бороздку выбирают с помощью отрезной машины («болгарки») с диском нужного типа. Имеет смысл совмещать горизонтальные и (частично) вертикальные бороздки со швами в кирпичной или блочной кладке. Бороздка должна иметь ширину чуть больше диаметра круглого или толщины плоского кабеля, а глубину на 8 — 10 мм больше диаметра круглого кабеля или ширины плоского.

Затем высверливают гнезда под установочные коробки (например, фрезой-чашкой или кольцевой ленточной фрезой подходящего диаметра) и монтируют эти коробки в соответствии с их конструкцией.

После того как установочные коробки смонтированы (не забудьте правильно ориентировать окна коробок для ввода кабеля), можно укладывать отрезки кабеля или провода в бороздки, заводя свободные концы в коробки, как показано на рис. 10 (с запасом 150 — 200 мм).

Значительно проще прокладывать скрытую проводку внутри каркасных перегородок или по стенам, облицованным гипсокартоном или иным покрытием. В этом случае кабель протягивают за облицовкой от коробки к коробке по кратчайшему пути.

В гипсокартоне или другом материале облицовки прорезают отверстия под установочные коробки, специально для этого предназначенные, а затем монтируют эти коробки с помощью предусмотренных с этой целью винтов с крепежными лапками.

Монтаж выключателей, штепсельных розеток и светильников

Штепсельные розетки и выключатели имеют специальные клеммы для подсоединения их к проводке. Встречаются три разновидности таких клемм (рис. 11):

- конец провода скручивается петлей и прижимается винтом с шайбой;
- конец провода зажимается между квадратной гайкой и клеммной пластиной;
- конец провода вставляется в отверстие клеммы и зажимается торцом винта сбоку.

Железригеству ми давно привыкли, но от этого оно не стало менее коварным.

Не ленитесь проверять и перепроверять надежность изоляции и соединений, соблюдение всех требований, исключающих возгорание.

Высокое качество работ — не менее важная гарантия электробезопасности, чем хитроумная защитная автоматика.

Береженого бог бережет — это как раз об электропроводке.

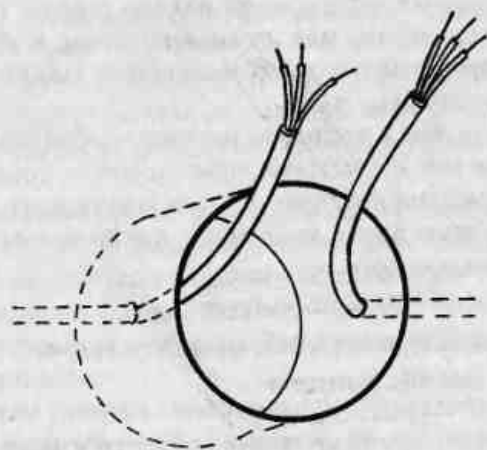


Рис. 10. Концы кабеля выведены через установочную коробку перед монтажом розетки или выключателя.

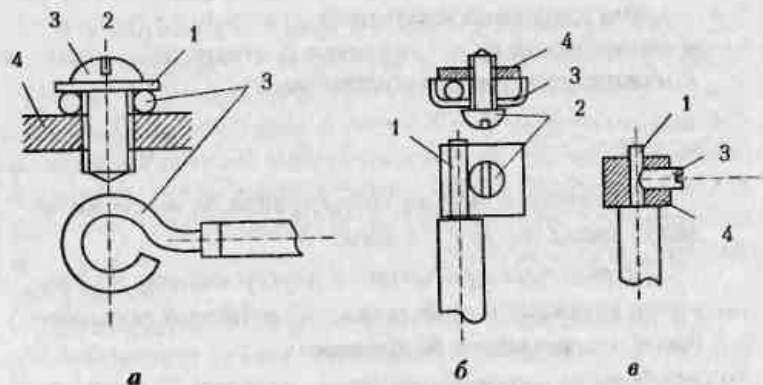


Рис. 11. Виды клемм для крепления провода в выключателях и штепсельных розетках:
 а — прижим конца жилы, согнутого колечком, с помощью болта с шайбой; б — зажим конца жилы между пластиной и гайкой; в — зажим конца жилы винтом сбоку; 1 — конец жилы; 2 — шайба; 3 — болт; 4 — деталь с резьбовым гнездом.

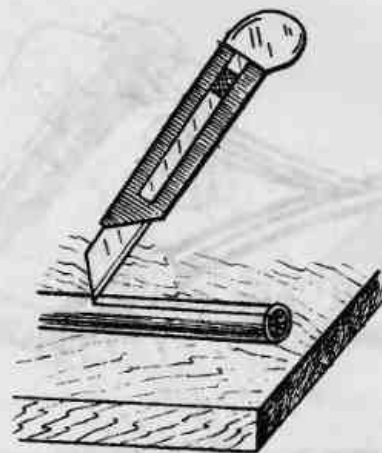


Рис. 12. Разделка оболочки кабеля.

Первый вариант дает самое надежное крепление и имеет отличную площадь контакта, хотя и сложен в монтаже; в конструкциях импортного производства практически не встречается.

Третий вариант монтируется наиболее просто, однако не слишком надежен: прижим может не удержать конец провода, необходимо следить, чтобы диаметр провода составлял не менее трех четвертей диаметра отверстия в клемме, иначе винт может не прижать провод, а пройти мимо него.

Монтируют названные приборы до того, как установить их в коробку; с этой целью и оставляют достаточно длинные концы кабеля, выпуская их через монтажные окна коробок.

Особой тщательности требует операция зачистки (разделки) конца кабеля.

Сначала нужно острым монтажным ножом сделать надрез вдоль наружной оболочки кабеля, следя за тем, чтобы не повредить изоляцию жил (рис. 12). Длина надреза выбирается по тому проводу, который будет подклю-

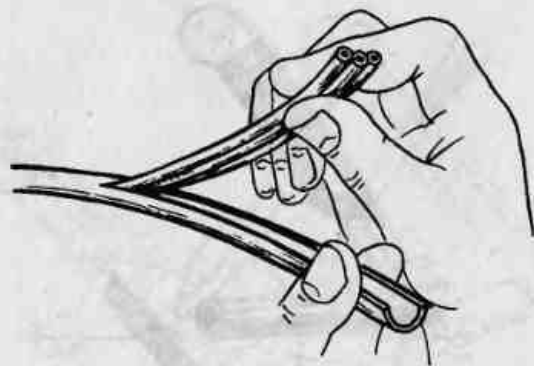


Рис. 13. Высвобождение жил кабеля из оболочки.

чен к наиболее удаленной клемме. Затем надрезанную часть оболочки нужно отогнуть, высвободив жилы, и обрезать.

Удобнее всего разделять кабели марки NYM — их наружная оболочка представляет собой трубку, не касающуюся жил, и отделена от них не передающей горение мягкой и непрочной прокладкой, поэтому опасность прорезать изоляцию жил при прорезке оболочки невелика.

После освобождения жил (рис. 13) каждую из них обрезают до нужной длины исходя из расположения клемм и зачищают изоляцию каждой жилы, оставляя оголенный конец длиной 6—12 мм (чтобы край изоляции после подключения провода подходил как можно ближе к клемме).

Самая ответственная операция — зачистка концов жил, особенно алюминиевых (рис. 14). Часто делают так: ножом в нужном месте делают кольцевой надрез в изоляции провода и стаскивают конец изоляционной трубки. При этом неизбежно остается кольцевая царпина на алюминиевой или медной жиле. Эта царпина, как правило, приводит во время монтажа к образованию трещины, а затем к обрыву провода у клеммы.

Если вы зачищаете изоляцию ножом, делайте это так, чтобы нож касался жилы под углом (как при очинке ка-

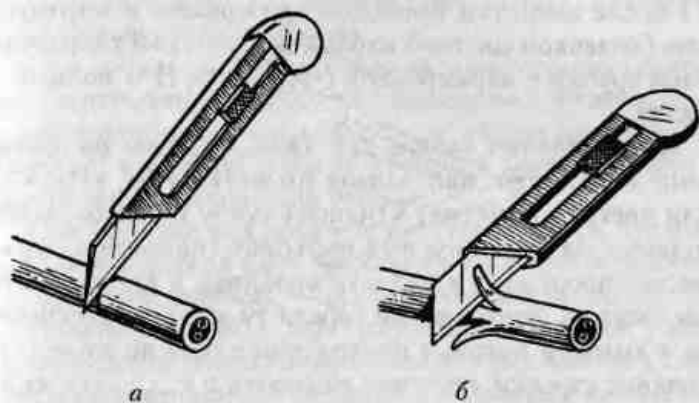


Рис. 14. Зачистка конца жилы: а — неправильно; б — правильно.

рандаша). Но лучше всего воспользоваться специальным инструментом для зачистки. Существует немало конструкций таких машинок. Наиболее простые устроены подобно клещам, но имеют полукруглые выборки в режущих кромках под разные диаметры жилы. Самые сложные устроены так, что при сжатии ручек сначала специальные губки захватывают провод дальше места зачистки, затем режущие кромки с выемкой нужного размера прорезают изоляцию, не касаясь жилы, и, наконец, эти сомкнувшиеся режущие кромки отодвигаются от губок, снимая прорезанную часть изоляции.

После зачистки концов жил их присоединяют к клеммам. Современные производители кабельной продукции применяют для жил цветную изоляцию. Например, у трехжильного провода изоляция может иметь синий, черный и желто-зеленый цвет. Принято для фазного провода использовать синюю жилу, для нулевого — черную, а для заземляющего — желто-зеленую. Важно, чтобы во всем доме от электрощитка до конечных электроприборов маркировка была одинаковой.

Если жилы кабеля не отличаются по цвету, лучше каждый заготовленный отрезок (от коробки до короб-

ки) после зачистки проводов *прозвонить* и *маркировать* (колечком цветной изоленды, кусочком хлорвиниловой трубки с маркировкой (Ф — фаза, Н — ноль, З — земля).

Прозванивают кабель так: сначала жилы на одном конце маркируют, присваивая им метки «Ф», «Н», «З» (или цветные пометки) в произвольном порядке. Затем к одному из этих меченых проводов (например, «Ф») присоединяют зажим или щуп пробника, а другим зажимом ищут на другом конце кабеля ту жилу, прикосновение к которой покажет прохождение тока по жиле (отклонение стрелки, свечение лампочки и т. д.). Эту жилу маркируют тоже как «Ф». Ту же операцию повторяют еще с одним проводом, например «Н». Понятно, что оставшаяся жила — «З».

Конструкция удобного активного пробника показана на рис. 7 (поз. 4). Лампочка вспыхнет, если одним концом жилы коснуться хвостика рукоятки, а жала отвертки коснуться другим ее концом. Если концы кабеля удалены друг от друга, к одному концу жилы присоединяют удлинительный провод (гибкий, сечением 0,35–1,0 мм, снабженный зажимом типа «крокодил»), а другой конец прижимают к хвосту пробника.

Присоединив концы жил кабеля к клеммам штепсельной розетки (если розетка без заземления — фазу и ноль, если с заземлением — фазу, ноль и землю), ее осторожно вставляют в установочную коробку, предварительно уложив внутрь петли проводов, и закрепляют. Для крепления к коробке розетка снабжена распорными лапками с зубчатыми концами; при завинчивании специальных винтов эти лапки разводятся и упираются в стенки коробки. Прежде чем затянуть винты наглухо, нужно дослат розетку в коробку, чтобы два упора крепежной планки легли на кромку коробки.

У современных моделей установочных коробок предусмотрены резьбовые гнезда с винтами, которыми фланец розетки притягивается к коробке. Штепсельную ро-

зетку следует устанавливать так, чтобы гнезда для вилки располагались горизонтально.

При прокладке линии питания штепсельных розеток непосредственно на высоте их размещения установочные коробки одновременно используют в качестве коммутационных: к каждой клемме крепится одновременно и подводящий, и отводящий провод.

При монтаже выключателя следует помнить, что фазный провод должен быть подключен к клемме подвижного контакта, а нулевой — к клемме неподвижного контакта. Если выключатель двух- или трехклавишный, у него все подвижные контакты выведены на одну клемму (к ней и подключают фазный провод), а к клеммам неподвижных контактов подключают два или три нулевых провода.

Нулевые провода от выключателей подводят к светильникам (или группам ламп люстры) в качестве фазных, они должны быть подключены к центральному контакту электрического патрона. Провода же от резьбового контакта, в который ввинчивается цоколь лампы, подключают к нулевому проводу.

Если требуется в одной точке установить несколько розеток или блок розеток и выключателей, можно использовать специальные установочные коробки с перегородками, объединяющими их в один блок.

Для выключателей и розеток также существуют рамки-накладки, объединяющие два, три или четыре прибора в один блок — вертикальный или горизонтальный.

ОТВЕТВИТЕЛЬНЫЕ КОРОБКИ

Электропроводка каждой комнаты может иметь одну или несколько групп. Каждая группа должна быть подключена к своей ответвительной коробке (или к общей, многогрупповой), которая, как уже было сказано, размещается в комнате или коридоре поближе к комнате.

Коммутацию проводов можно осуществлять на клеммных колодках, хотя допускается и скрутка (рис. 15).

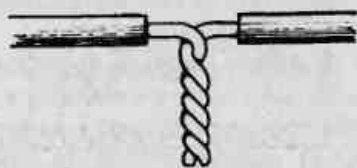


Рис. 15. Скрутка проводов.

Правильная скрутка проводов (с последующей изоляцией с помощью изолянт) обеспечивает лучший контакт, чем клеммная колодка с боковым зажимом провода. Такой контакт не греется и не искрит. Однако скрутка очень неудобна при ремонте или перекоммутации.

Коммутация проводов на клеммных колодках

Современные клеммные колодки для монтажа электропроводки выполнены из полупрозрачного или цветного пластика (рис. 16).

Как видно из рисунка, можно коммутировать провода на клеммах двумя способами:

- каждый провод под свой винт;
- каждый провод сквозь всю клемму под оба винта.

Второй способ дает более надежный контакт как в смысле механического крепления, так и в смысле большей площади контакта и тем самым уменьшения вероятности разогрева. После монтажа обязательно надо убедиться, что каждый конец жилы надежно зажат и его нельзя вытащить из гнезда.

Крепление проводов в коммутационных и ответвительных коробках — дело очень ответственное, поскольку здесь плохой контакт не так заметен, как в розетке или выключателе, которые всегда в зоне нашего внимания, и неприятности могут проявиться слишком поздно.

В продаже имеются колодки, предназначенные для проводов различного сечения. В слишком просторном гнезде винт пройдет мимо провода и не зажмет его. С дру-

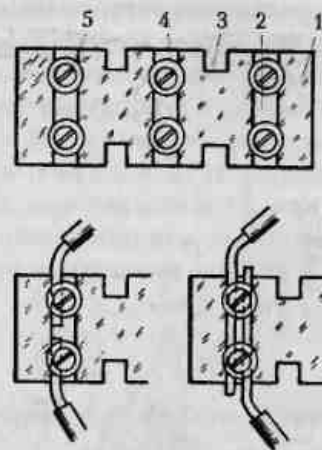


Рис. 16. Коммутация проводов с помощью клеммной колодки: 1 — корпус (пластмасса); 2 — латунная клеммная перемычка с двумя отверстиями для ввода проводов; 3 — паз для откусывания части колодки с нужным числом клемм; 4 — кольцевое пластиковое гнездо для защиты винта; 5 — зажимной винт.

гой стороны, иногда в одном гнезде нужно зажимать по три провода (подходящий, отходящий и перемычка к соседнему гнезду). Слишком малый диаметр отверстия не позволит осуществить коммутацию.

Можно приобрести ответвительную коробку со встроенной колодкой, однако монтировать в ней провода довольно неудобно, особенно при сечении жил больше $1,5 \text{ мм}^2$. Проще поступить, как при монтаже штепсельной розетки: пропустить концы проводов через монтажные отверстия коробки, присоединить их к клеммам, затем утопить колодку в коробку и установить крышку.

Стоит иметь в виду, что всегда может возникнуть необходимость срочно вскрыть ответвительную коробку, поэтому мебель, картины и пр. не должны затруднять доступ к ней.

После монтажа отдельных линий в каждом помещении остается проложить общие линии каждой группы через ответвительные коробки к электрощитку.

Мы уже говорили, что электропроводку можно сравнить с деревом: чем ближе к стволу, тем толще ветки. Толщина кабеля (вернее, сечение его жил) становится тем больше, чем больше в него вливается групп.

Например, если светильники в доме потребляют в разных помещениях 1, 1, 1,5 и 0,5 кВт, то общая линия, к которой подключены эти ответвления, потребляет 4 кВт и должна иметь соответствующее сечение проводов и соответствующий номинал (автоматического) предохранителя (см. таблицы этой главы).

Внимательно изучите рынок электроизделий (кабели, арматура, приборы защиты), прежде чем сделать выбор.

К этому имеется несколько причин:

- соотношение цена-качество не всегда очевидно;
- надо оценить — на чем следует, а на чем не стоит экономить;
- технология и конструкция изделий непрерывно совершенствуются, обидно упускать новые возможности.

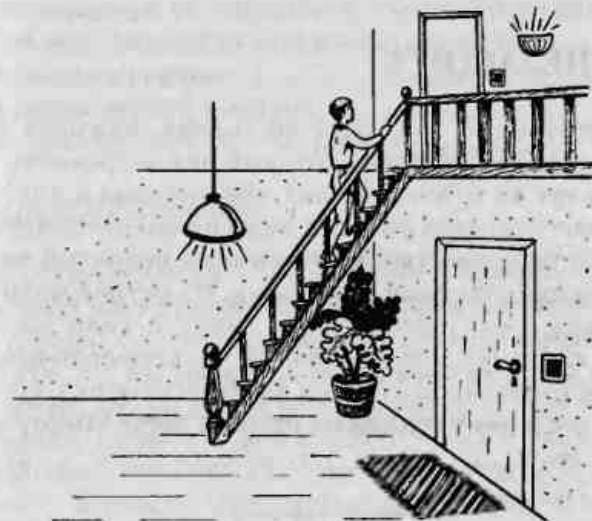
ЭЛЕКТРОСХЕМЫ

Приведем некоторые схемы подключения электрических соединений, встречающихся в домашней электропроводке.

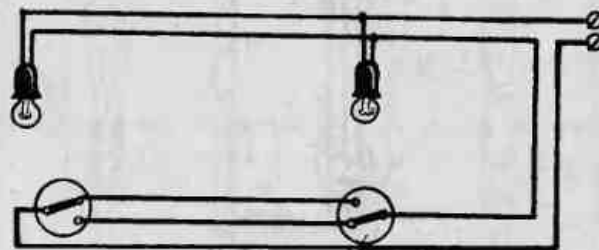
Два удаленных выключателя

Эта схема позволяет управлять одним светильником из двух разных мест. Например, открыв калитку, вы включаете освещение крыльца. Или освещение лестницы в доме удобно включать и выключать как с нижней площадки, так и с верхней.

Как видно из рис. 17, в схеме используются не обычные двухполюсные выключатели, а трехполюсные переключатели (они не просто разрывают цепь, а одновременно замыкают другую цепь).



а



б

Рис. 17. Два удаленных выключателя одной цепи: а — оба светильника можно выключить любым из выключателей, в холле и на площадке; б — схема соединения двух выключателей одной цепи.

Схема подключения групп ламп

Схема подключения группы ламп потолочного светильника к двухклавишному выключателю показана на рис. 18.

МОЛНИЕЗАЩИТА

Громоотвод — это, образно говоря, наживка для молнии, лакомый кусочек, который она непременно заглотит и тут же будет поймана, обезврежена и похоронена. Конструктивно рабочий элемент молниеприемного устройства — заостренный стержень, поднятый выше близлежащих строений и деревьев. На острие молниеприемника в силу физических законов (или вы это знаете и сами, или в это вам вникать совершенно неохота) происходит концентрация электростатического поля, благодаря чему грозовому разряду легче замкнуться

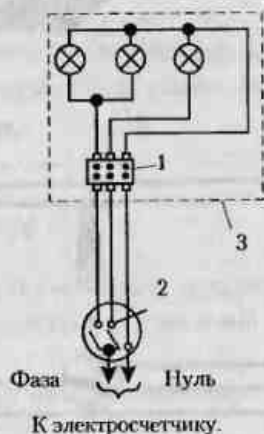


Рис. 18. Схема соединения светильника с раздельным включением групп ламп:

1 — клеммная колодка люстры; 2 — двухклавишный выключатель; 3 — люстра.

именно на него и уйти в землю по специально проложенному проводу.

Разряд молнии обладает огромной энергией (возникает напряжение в миллионы вольт), вся заземляющая электрическая цепь должна выдержать без повреждений (не оплавиться и не сгореть) ток в сотни тысяч ампер.

Эта цепь состоит из следующих элементов:

- молниеприемник;
- заземляющий электрод;
- соединяющий их токоотвод.

МОЛНИЕПРИЕМНИК

Молниеприемник — это стальной стержень, пика, укрепленная на верхушке несущей мачты или на элементе конструкции крыши (например, на трубе или фронтоне).

Хотя, как мы говорили, конец пика работает тем эффективнее, чем он острее заточен, тонкое острие при ударе молнии оплавится, да и стойкость его к атмосферному воздействию невелика. Поэтому приходится идти на компромисс. Варианты оформления рабочего конца молниеприемника показаны на рис. 19.

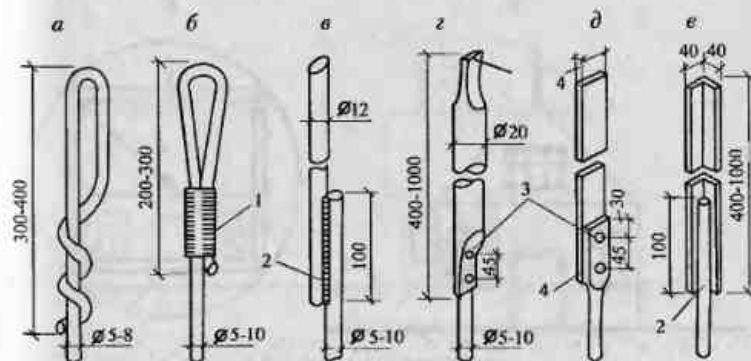


Рис. 19. Молниеприемники из стальной проволоки (а, б), трубки (в), водопроводной трубы (z), стальной полосы и уголка (д, е) (размеры в мм): 1 — бандаж из оцинкованной проволоки с пропайкой; 2 — сварка; 3 — заклепки.

Где гарантия того, что молния ударит именно в громоотвод, а не рядом, в здание?

Если мысленно представить себе конус с вершиной на острие молниеприемника и с углом при вершине примерно 90° , то все, что оказалось внутри конуса, находится под защитой молниеотвода.

Приближенно можно считать, что если поперечник дома вписывается в окружность радиуса R , то молниеприемник должен возвышаться над стенами дома на высоту

$$H(m) = R(m).$$

Например, для квадратного сруба 10×10 м поперечник дома составит около 14 м, радиус зоны защиты $R=7$ м.

Остается проблема крыши. Вернее, если она вся помещена в конус, о котором мы говорили, как на рис. 20, то проблемы нет.

А вот если, скажем, крыша двускатная, ее фронтоны не впишутся в защитный конус. Можно, конечно, поднять молниеприемник повыше, но это слишком лобовое, поразительное решение. Лучше проблему обойти.

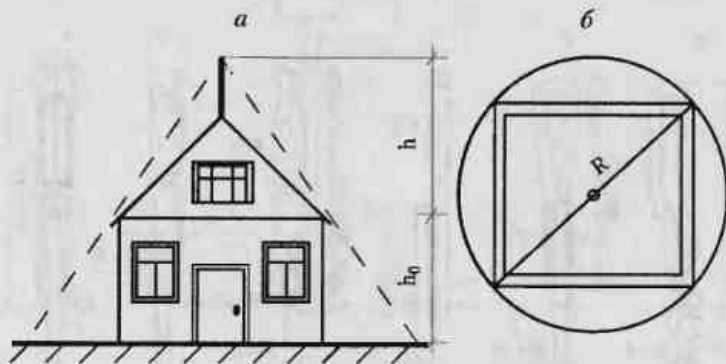
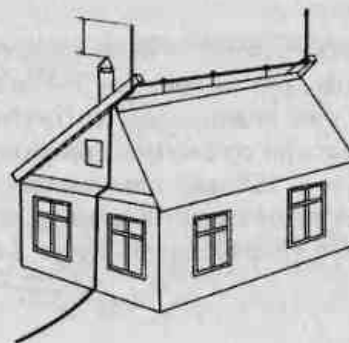


Рис. 20. Защитная зона громоотвода (а) и поперечник дома в плане (б): h_0 — высота стен; h — высота молниеприемника над стенами; R — радиус окружности, в которую вписывается поперечник дома; пунктиром показан защитный конус.

а



б



в

г

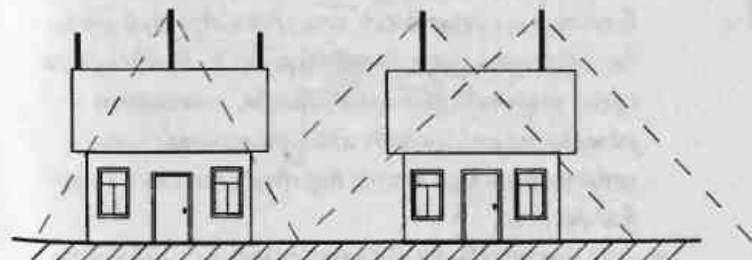


Рис. 21. Различные конструкции громоотвода: а — молниеотвод на самой высокой части дома; б — горизонтальный (тросовый) молниеприемник; в — дополнительные молниеприемники на фронтонах; г — два разнесенных молниеприемника.

Можно поставить два молниеотвода, их конусы охватят всю крышу (рис. 21). Кстати, для длинного узкого дома это тоже хорошее решение: оно позволит уменьшить высоту конструкции по сравнению со случаем одной мачты. Можно создать отдельную защиту углов крыши маленькими молниеотводами.

Металлическая крыша сама может служить молниеприемником. В этом случае оба ската должны быть соединены токоотводами с заземлителями.

ТОКООТВОД

Лучше всего для токоотвода использовать оцинкованную стальную проволоку диаметром 5–6 мм; подойдет и стальная полоса или водопроводная труба. Токоотвод нельзя прокладывать по сгораемым поверхностям (минимальное расстояние — 150 мм). Очень важно надежно соединить токоотвод и с молниеприемником, и с заземлением. Надежнее всего сварное соединение, а также пайка

При поражении электрическим током:

- если ток еще действует на пострадавшего, надо встать на сухую доску или сверток сухой одежды, обернуть руки сухой тканью и, взявшись за сухие отстающие части одежды, оттащить пораженного от провода или при помощи сухой деревянной палки, сухой веревки оттянуть провод от него;
- если потерпевший потерял сознание, следует поступать, как при обмороке, и вызвать к больному врага;
- зарывать в землю потерпевшего ни в коем случае нельзя.

твердым припоем (латунью). Для соединения молниеприемника с токоотводом допустимы клепка, болтовое соединение, проволочный бандаж, но такой контакт должен быть защищен изоляцией (рис. 22).

Токоотвод должен быть как можно короче, но вместе с тем его следует прокладывать поближе к местам риска: острым выступам, краям фронтонов, слуховым окнам.

ЗАЗЕМЛИТЕЛИ

Заземлители, или заземляющие электроды, — это устройства, обеспечивающие надежный контакт токоотвода с почвой (рис. 23).

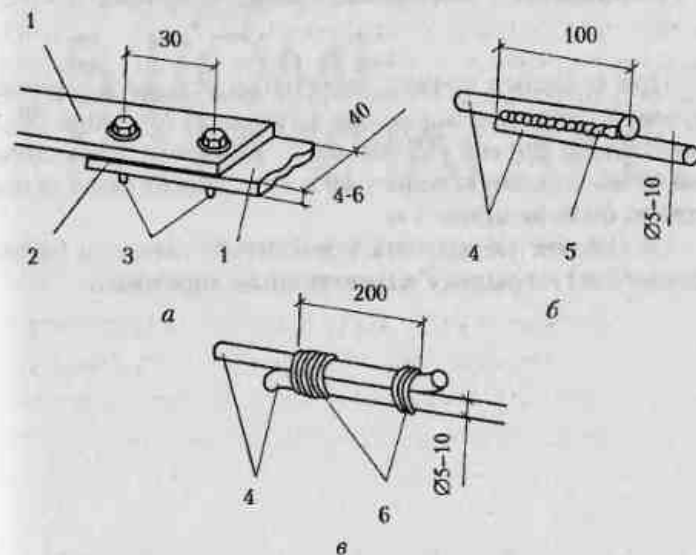


Рис. 22. Способы соединения токоотвода с молниеприемником (размеры в мм): а — болтовое; б — сварное; в — бандаж из оцинкованной проволоки; 1 — стальная полоса; 2 — свинцовая прокладка; 3 — болт М8; 4 — проволока; 5 — сварка; 6 — оцинкованная проволока \varnothing 1,5–2,5 мм.

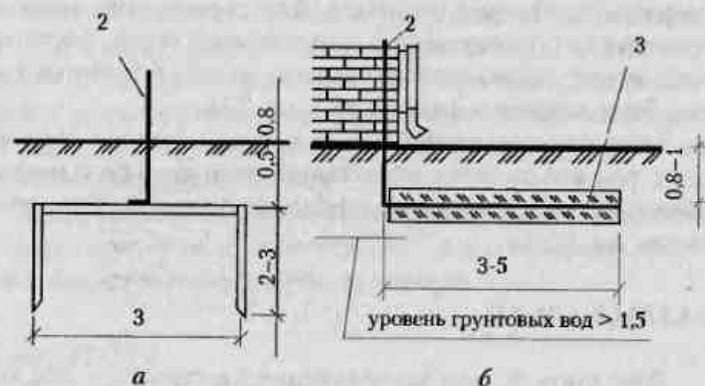


Рис. 23. Конструкция вертикального (а) и горизонтального (б) заземлителя (размеры в м):

1 — заземлитель; 2 — токоотвод; 3 — поперечная шина.

При влажных почвах достаточно устроить горизонтальный заземлитель, уложив в траншею глубиной 80 см арматурный пруток (16–20 мм), стальной уголок с полкой 40 мм, стальную полосу 40 x 4 мм. Длина заземлителя должна быть не менее 3 м.

Не следует укладывать заземлитель слишком близко (ближе 5 м) к крыльцу и пешеходным дорожкам.



ВОДА В ДОМЕ И НА УЧАСТКЕ



ПОИСК

ДОБЫЧА

ИЗВЛЕЧЕНИЕ И ДОСТАВКА

ВОДОРАЗДАЧА

ОЧИСТКА

ПОИСК

МНОГО ЛИ НАДО?

В том, что вода — один из самых необходимых компонентов жизнеобеспечения, убеждать не приходится.

Питьевой воды требуется не так уж много — около 3 литров на человека в день. В крайнем случае ее можно привозить — в продаже имеются бутылки с питьевой водой емкостью до 20 л.

Хозяйственные потребности в воде не столь скромны, они составляют около 120—250 л/чел. в день. А когда нужно обеспечить поливку сада и огорода, заполнение бассейна, питание фонтана и прочего, цифры становятся внушительнее. И если нет возможности подключиться к централизованной системе водоснабжения, приходится добывать воду буквально из-под земли.

**Расход воды на одного человека
в соответствии с нормативами:**

При снабжении из колонки вне дома — 40 л;

При наличии в доме водопровода и канализации — 120—150 л;

То же с ванной и горячей водой (водяной котел на твердом топливе, газовый водонагреватель) — 180 л;

Система горячего водоснабжения с несколькими умывальниками, ванной и душами — 250 л.

Нормы суточного расхода воды на приусадебном участке:

- Поливка (на 1 кв. м) — 4 л;
- Для домашнего скота и птицы:
 - корова — 60 л;
 - птица — 1 — 1,5 л;
- Для парников — 6 л.

Напор воды на входе:

- в одноэтажный дом — 10 м;
- в двухэтажный дом — 14 м.

Сто лет назад в энциклопедии писали:

«Потребление воды колеблется в больших пределах и зависит от степени культурности населения в данной местности.»

Средний расход воды в Петербурге равен 15 ведрам (180 л) на человека. Такой большой расход обуславливается не истинным потреблением воды, но зависит главным образом от отсутствия контрольных водомерных приборов. Для других городов России расход этот равен приблизительно 25 ведер (300 л)... В русских городах потребление воды особенно велико в субботу и в дни под праздники, когда народ пользуется обыкновенно баней. Среднее потребление для городов немецких — 55—95 л на человека в сутки при учете водомером». (Об этом также см.: Труды русских водопроводных съездов, Москва, 1893 г., Варшава, 1895 г.)

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

Когда атмосферные осадки проникают через верхний (фильтрационный) слой почвы (см. рис. 24), они опускаются все ниже, пока их не остановит водоупорный слой грунта, который состоит обычно из плотных жирных глинистых пород. Здесь вода скапливается в неровностях верхней границы слоя, тем самым образуя водоносные линзы или сплошные слои (горизонты) с примесью песка, глины, земли, гравия.

Если вода находит пути (поры, трещины, водопроницаемые включения) в водоупорном слое, она просачивается ниже и заполняет межпластовые полости между двумя водоупорными пластами.

Таким образом, в зависимости от формы и глубины залегания водоупорных слоев подземные слои могут располагаться на разных высотах:

- до 4 метров (верховодка);
- до 10 метров (грунтовые воды);
- до 40 метров (межпластовые воды);
- более 40 метров (артезианские воды).

Все это свободные, или гравитационные, воды (они свободно движутся под действием силы тяжести) — в отличие от так называемых связанных вод, которые удерживаются

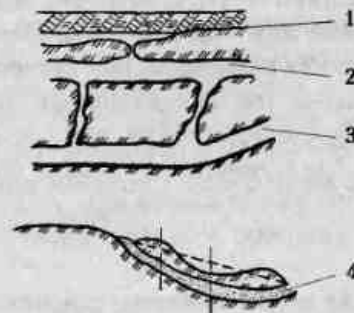


Рис. 24. Подземные воды:

- 1 — верховодка; 2 — грунтовые воды; 3 — межпластовые воды; 4 — артезианские воды.

живаются в породах, например молекулярными силами, и в подземной циркуляции не участвуют.

Верховодка — вода, которая образуется на небольших глубинах, сразу под верхним, фильтрующим слоем почвы за счет просачивания (фильтрации) атмосферных осадков. У верховодки как источника водоснабжения два серьезных недостатка: она неочищена, в нее могут проникнуть фекальные воды от отхожего места или иные загрязнения (для питья непригодна). Она имеет сезонный характер, так как питают ее дожди и талые воды.

Грунтовые воды — это самый близкий к поверхности водоносный слой. В отличие от верховодки он существует всегда, независимо от сезона. Грунтовый водоносный горизонт, таким образом, располагается ниже верховодки. Под ним находится водоупорный пласт, который и не дает грунтовым водам покинуть этот слой. Грунтовый водоносный слой — безнапорный: если пробурить скважину или вырыть яму, котлован до зеркала воды, ее уровень останется тем же.

Грунтовые воды не только стабильны, но и значительно чище верховодки, так как отфильтрованы верхним слоем почвы. Поэтому эти воды вполне можно использовать для автономного водоснабжения загородного жилья.

Ниже грунтовых вод залегают горизонты *межпластовых вод*. Их отделяют от грунтовых вод водоупорные или полупроницаемые для воды породы. Этот водоносный слой может быть как напорным, под давлением (тогда это *артезианские воды*), так и безнапорным. Питаются грунтовые воды либо с поверхности, либо от вышележащих пластов воды. Если напорные грунтовые воды выходят на поверхность, образуются ключи или родники. Они часто встречаются в низинах: в балках, оврагах, у подножия склонов.

Артезианские воды наиболее предпочтительны для водоснабжения: они отлично очищены благодаря фильтрации через водоупорные пласты, стабильны и не требуют затрат энергии на подъем воды до поверхности.

ГДЕ КОПАТЬ?

Бывает, конечно, что воду неподалеку от дома нипочем не найдешь, например, если под почвой залегает сплошная скальная плита. Тут уж ничего не поделаешь. Но чаще всего вода под нами есть. Будем считать, что нам сопутствует везение.

Искать подземную воду — это искусство, которым люди овладели в незапамятные времена. Нюх на воду специалисты этого дела усиливают с помощью нехитрого приспособления — лозы, веточки с развилкой наподобие рогатки.

Лозоходец идет по земле, руководствуясь своим таинственным чутьем, а в руке держит легкую лозинку. Держит он ее еле-еле, не зажимая в руке, чтобы не мешать лозе подать ему знак. Там, где под землей вода, лоза дрогнет: плоскость развилки повернется вокруг оси.

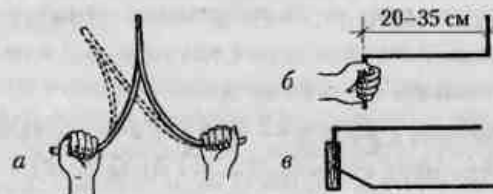


Рис. 25. Инструмент лозоходца:
а — лоза; б, в — проволочные стрелки.

В старину лозоходцы не умели объяснить свой дар, в наши же дни увлечения экстрасенсорикой теоретики этого дела как будто во всем разобрались и нехитрое приспособление усовершенствовали, заменив деревянную рогадку научно обоснованной проволочной стрелкой (рис. 25). Так или иначе, а воду лозоходец ли, или же гидрогеолог, как правило, находят.

Лучшее время для рытья колодца — конец августа, время, когда грунтовые воды стоят ниже всего.

ВОДОЗАБОР

Конечно, вода не спрашивает, где ей удобнее выйти на поверхность, но желательно, чтобы водозабор, особенно колодец, располагался выше по течению грунтовых вод и подальше от уборной, выгребной ямы и прочего.

ДОБЫЧА

Что сооружать на участке? Шахтный колодец или скважину? Это зависит от того, как залегает водоносный слой под вашим участком. Обычно при его глубине до 10 м

Вода считается годной для питья, если имеет такие кондиции:

- прозрачность по стандартному штифту — не менее 30 см;
- цветность — не более 30;
- привкусы и запахи — не более 2—3 баллов;
- содержание нитратов — не более 10 мг/л;
- титр-коли на содержание бактерий — не менее 100 (то есть не более 10 кишечных палочек на литр).

Чтобы выяснить все эти параметры, нужно сдать пробу воды на анализ в санитарно-эпидемиологическую службу (СЭС). Естественно, вода для полива и других хозяйственных нужд не должна так жестко регламентироваться — годится верховодка, вода из канавы, реки, пруда.

Сегодня если колодец или скважина на вашем участке дают воду, которая немного не дотягивает до кондиции, это не такая уж беда — скорее всего современные системы очистки справятся.

роют колодец. Чем глубже водоносный слой, тем предпочтительнее грубный водозабор (скважина). Но это если в верхних слоях мало камней. Если же каменных включений много, сложность бурения возрастает настолько, что порой проще вырыть обычный шахтный колодец даже при глубине 20 м.

Кроме того, скважина зависит от насоса — из колодца же в любой ситуации можно добыть воду ведром.

ШАХТНЫЙ КОЛОДЕЦ

Что же представляет собой шахтный колодец как инженерное сооружение? Он состоит из шахты, облицованной изнутри деревянным срубом либо кирпичным или бетонным стволом, оголовка с подъемным воротом и крыши или крышки. Иногда вместо ворота устраивают подьемник-журавль.

Глубина колодца, как уже говорилось, зависит от глубины залегания водоносного пласта. При этом за счет разной длины ствола колодца водоприемная часть (которая погружена в водоносный слой) может доходить до дна слоя воды, а может оканчиваться выше или ниже этого уровня.

Если водоносный горизонт *безнапорный*, то зеркало воды в колодце останется на уровне зеркала водяного горизонта, а при подпоре воды оно, наоборот, поднимется выше (рис. 26).

Несовершенный колодец, у которого вода поступает через дно водоприемной части, называют *ключевым*. Когда же вода поступает и через дно, и через боковые стенки — это *сборный* колодец.

В сборных колодцах стенки сруба или бетонное кольцо в водоприемной части (ниже зеркала водоносного слоя) снабжают отверстиями. В *ключевых* колодцах этого не делают.

Показанные на рис. 26 варианты устройства колодца с различной глубиной погружения в водоносный слой как раз и предназначены для того, чтобы обеспечить требуе-

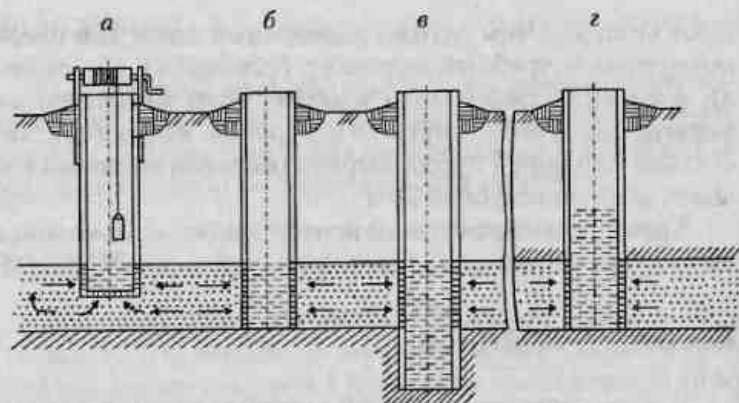


Рис. 26. Схемы колодцев с разным заглублением в водоносный слой: а — несовершенный; б — совершенный; в — совершенный с зумпфом; г — совершенный с подпором воды.

мое в том или ином случае (не чрезмерное) суточное поступление воды.

При небольшой суточной потребности устраивают ключевой колодец, причем чем больше заглублена водоприемная часть в водоносный слой, тем больше дебит (поступление) воды. Когда нижний срез ствола достигает дна водоносного горизонта, это уже *совершенный* колодец (его стенки ниже зеркала воды должны быть проницаемы). Если и такой колодец дает мало воды,

Вода в колодце начнет застаиваться и загнивать, если не выбирать почти все, что поступает. Поэтому при сооружении колодца нужно учесть ожидаемую потребность в воде (конечно, с запасом) и устроить, исходя из этого, водоприемную часть колодезного ствола с нужной глубиной погружения в водоносный слой.

устраивают *подствольник* (зумпф), заглубленный в водоупорный пласт. Этот дополнительный резервуар позволяет быстрее собирать воду в водоприемную часть колодца.

Стоит отметить, что поперечные размеры шахты колодца (а также ствола-сруба или колец) мало влияют на его производительность. Их выбирают исходя из удобства земляных работ (обычно 0,8–1,5 м). С другой стороны, отсюда следует вывод, что можно не копать шахту вообще, а ограничиться бурением скважины — воды в нее поступит не меньше. Но об этом мы поговорим позже.

В этом случае то, что мы построим, называется *трубным колодцем*. Его устройство станет ясным, если взглянуть на рис. 38.

Деревянный колодец

Примерное устройство деревянного колодца показано на рис. 27.

От вида древесины, из которой сложен сруб, зависит вкус воды, а иногда и ее физико-химические свойства.

Для подводной части лучше всего подойдет дуб, граб, вяз, лиственница, ольха. Самые долговечные породы — дуб и граб, они служат под водой 20–25 лет, а над водой — 50–60 лет.

Для надводной части годится и сосна.

Желательно, чтобы бревна для сруба имели не очень большой одинаковый диаметр (например, 150 мм) и были предварительно выдержаны. Заготовки длиной 2 м необходимо перед выдержкой ошкурить и сложить на хранение (просушку) в сарай. Бревна, хранящиеся под открытым небом, там, где на них воздействуют солнце, дождь и ветер, почти наверняка потрескаются на значительную глубину и станут непригодны для колодезного сруба.

Дубовые заготовки сушат 2–3 месяца, затем изготавливают и тщательно собирают сруб, нумеруют детали не-

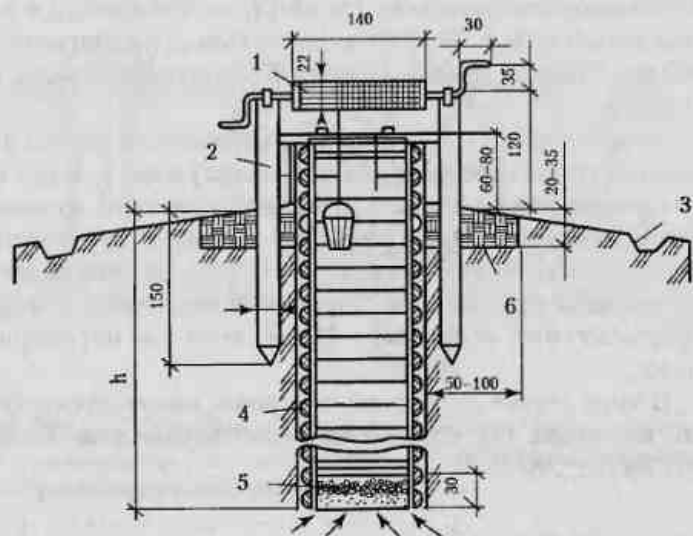


Рис. 27. Деревянный колодец (размеры в см):
1 — ворот; 2 — сваи, на которых крепится ворот;
3 — водоотводная канавка; 4 — деревянная облицовка колодца (сруб); 5 — гравий на дне шахты; 6 — глиняный замок вокруг оголовка.

смываемой краской, потом полностью разбирают и кладут в проточную воду на 1—2 года, чтобы получить мореный дуб. Морить надо лишь те венцы, что окажутся в колодце под водой (примерно 10—12 венцов).

Деревянный колодец, безусловно, радует глаз и гортань (особым привкусом воды), но он в наши дни практически вытеснен колодцем из железобетона, который и долговечнее, и не нуждается в дефицитной водостойкой древесине (например, дубе). К тому же бетонный колодец не зарастает плесенью.

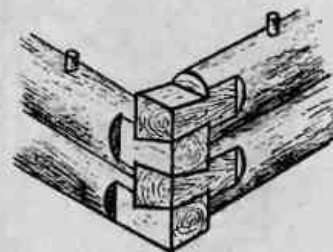


Рис. 28. Сборка деревянного сруба «в лапу».

Мореные детали снова кладут на просушку, а потом используют для сруба.

Проще всего соорудить деревянный колодец квадратного сечения — так обычно и делают. Сначала собирают на земле сруб размером примерно метр на метр из ошкуренных бревен. Концы рубят «в лапу», без остатка (см. рис. 28). Можно вместо бревен использовать брус 150×150 мм, который в углах перевязывать гораздо проще. И, наконец, можно собрать сруб из пластин (распущенных вдоль бревен диаметром 20 см) плоской стороной внутрь колодца.

Венцы сруба тщательно подгоняют и собирают на нагелях, добиваясь, чтобы сруб был герметичным и не пропускал внутрь ствола колодца загрязнений. Каждый венец маркируют для последующей сборки. Смежные венцы соединяют скобами, углы спивают брусками, а середины — вертикальными досками (снаружи), тем самым обеспечивая жесткость сруба при перекосах во время монтажа в шахте.

Сборка сруба снизу вверх. Техника монтажа зависит от глубины шахты. Если позволяет грунт и не слишком велико просачивание воды, шахту до 6 м отрывают сразу на всю глубину, устраивая временное крепление. На дно укладывают обвязку-основание, можно для удобства ра-

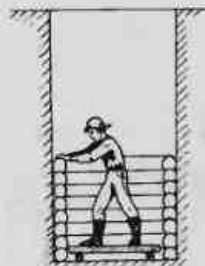


Рис. 29. Сборка сруба колодца снизу вверх.

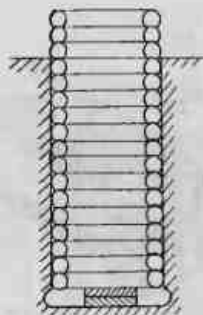


Рис. 30. Сборка сруба колодца сверху вниз.

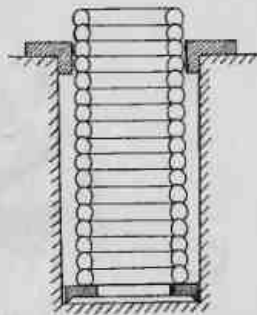


Рис. 31. Монтаж колодезного сруба при широкой шахте.

боты настелить пол. Затем собирают заготовленный сруб снизу вверх (рис. 29).

Сборка сруба сверху вниз. Если глубина шахты и (или) состояние грунта не позволяют применить описанную выше технологию, приходится поступать иначе (рис. 30):

- отрывают шахту на максимально возможную глубину (3–4 или 5–6 м) тем способом, что был описан выше, и собирают в ней сруб опять-таки описанным способом, снизу вверх, доводя его до высоты около полуметра (2–3 венца) выше поверхности земли;
- подрывают грунт в середине каждой стены сруба на глубину 20–25 см и забивают в открытую часть клинья;

Поверхность бревен, брусьев или пластин, обращенная внутрь колодца, должна быть тщательно обработана фуганком или электрорубанком и не иметь сколов, заусенцев, шероховатостей, отщеплений.



Рис. 32. Надземная часть деревянного колодца.

- отрывают грунт в углах сруба;
- высвобождают клинья и осаживают сруб на открытую глубину;
- повторяют три предыдущих действия.

Сруб при опускании может заклинить в шахте. Чтобы его осадить используют пригруз, иногда весом в несколько десятков тонн. Нарращивать венец снизу, чтобы не осаживать сруб, еще сложнее. Поэтому лучше шахту отрыть с запасом в поперечнике, нижний венец сруба снабдить уширенным башмаком с режущей кромкой по наружному контуру (рис. 31). Надземная часть деревянного колодца с квадратным срубом и воротом, с крышей показана на рис. 32.

Бетонный колодец

Особой квалификации при сооружении бетонного ствола колодца не требуется, материалы вполне доступны: песок, щебень, цемент. Ну и вода, конечно. Песок нужно брать крупный, он должен быть очищен от грязи, просеян на металлической сетке. Цемент, купленный давно, не годится, даже если он не отсырел: со временем марка цемента ухудшается, он теряет вяжущие свойства.

Поскольку речь идет вообще говоря о железобетоне, понадобится еще арматурный прут.



Рис. 33. Надземная часть бетонного колодца.

Ствол бетонного колодца можно изготовить одним из двух способов:

- монолитным в опалубке;
- из готовых колец.

Оформление надземной части бетонного колодца показано на рис. 33.

Колодезный ствол из бетонных колец. Такие кольца можно отливать вручную, с толщиной стенки 100 мм (при меньшей толщине арматурная сетка не дает смеси заполнить зазор между наружной и внутренней опалубками). Но обычно используют готовые кольца, выпускаемые для сборки смотровых колодцев в системах канализации, водопровода и прочего. Они имеют диаметр 100 см; их торцы бывают либо гладкие, либо со ступенькой: в четверть или на конус (рис. 34).

Если вы используете кольца с гладкими торцами, нужно обеспечить их сцепление, чтобы исключить сдвиг друг относительно друга при монтаже (рис. 35).

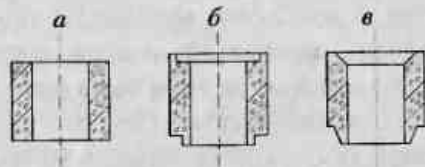


Рис. 34. Типы бетонных колец:
а — с гладким торцом; б — со ступенькой в четверть;
в — с конической ступенькой.

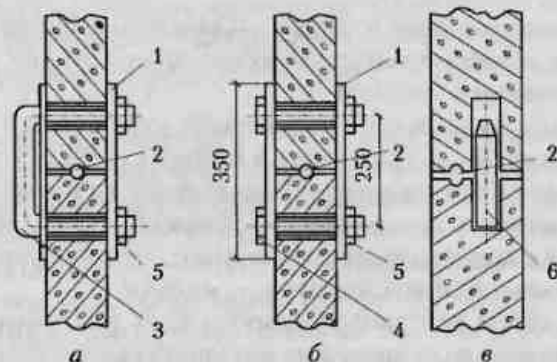


Рис. 35. Соединение бетонных колец (размеры в мм):

а — скобами; б — болтами; в — штырями;
1 — накладка; 2 — уплотнительный резиновый или пенковый просмоленный жгут; 3 — скоба; 4 — болт М20; 5 — гайка М20; 6 — штырь.

- Можно просверлить в торцах колец перфоратором по 6 гнезд диаметром 20 мм и глубиной 100 мм. Разметку надо делать по шаблону, чтобы гнезда верхнего и нижнего кольца при сборке совпали. В гнезда верхнего среза забивают штыри соответствующего диаметра, концы которых должны быть обточены на конус длиной 20 мм с затушенной вершиной. Это облегчит совмещение отверстий нижнего торца верхнего кольца, которые должны сесть каждое на свой штырь, с конусом-ловителем.
- Можно соединять кольца с помощью стальных накладок, скрепленных скобами или болтами. Такое соединение не только препятствует боковому смещению колец, но и обеспечивает продольную стяжку. Это необходимо, когда собранный заранее ствол опускают в отрытую шахту.

Если вы изготавливаете бетонные кольца самостоятельно, можно предусмотреть заранее любые другие закладные элементы, которые позволят соединять кольца между собой.

При опускании в шахту собранного заранее ствола его, как и деревянный сруб, желательно снабдить башмаком с режущей кромкой.

Водоприемная часть у бетонного ствола, как и у деревянного сруба, должна иметь в боковых стенках колец отверстия для притока воды (если колодец не ключевой, где вода поступает только снизу, а сборный). Чтобы через отверстия в колодец не проникал песок, их засыпают изнутри крупным гравием, снаружи — мелким.

Но лучше всего водоприемную часть изготовить самостоятельно в виде кольца из крупнопористого бетона или из обычного бетона со вставками из пористого бетона.

Крупнопористый бетон готовят без песка, используя в качестве заполнителя лишь щебень размером

Строить колодец — дело трудоемкое, серьезное и опасное. Каковы же основные источники неприятностей?

- Падение случайного предмета в колодец, когда землекопу в шахте отскогнуть некуда. Чтобы исключить подобное, следует соорудить ограждение из досок, поставленных на ребро на расстоянии 0,4—0,7 м от края шахты, а рабочую площадку освободить на 2—3 м от устья шахты.
- Разрыв веревки, используемой для подъема бадьи или ведра с грунтом. Надежность веревки нужно обязательно проверить вне колодца грузом, превышающим в три раза максимальную массу вынимаемого из колодца грунта.
- Самопроизвольное развязывание веревки при подъеме емкости. Веревку следует привязывать наглухо.

зерен в 10 раз больше зерен песка водоносного слоя. Щебень обволакивают сметанообразным раствором цемента, укладывают в форму (опалубку) и слегка утрамбовывают.

Сборка железобетонного колодца производится по той же технологии, что и сборка деревянного сруба.

Под нижним кольцом выкапывают 4 углубления, вставляют туда кирпичи или деревянные чурки, затем отрывают остальную землю, так что кольцо садится на опоры. Затем подрывают землю понемногу под противоположными опорами, пока кольцо не сядет на грунт.

Этот способ применяют при глубине колодца до 6 м. Более глубокие шахты копают сразу до водоносного слоя, затем опускают кольца по очереди. При такой технологии

- Отравление скопившимся газом. Перед каждым началом работы, до спуска человека в колодец, проверить в нем качество воздуха с помощью горящей свечи. Если свеча гаснет — опасно: не спускаться! Проветривать и повторно проверить до получения требуемых результатов — стабильного горения свечи.

Во избежание случайных недоразумений следует осматривать все подъемные средства после каждого перерыва в работе, включая обеденный. Оповещать работающих в шахте о подъеме вверх и об опускании вниз различных предметов. Незащищенная крепление часть шахты не должна быть высотой более одного метра. При использовании различных подъемных механизмов заводского изготовления необходимо внимательно выполнять инструкцию и соблюдать предписанные условия безопасного ведения работ.

приходится устанавливать распорки — во избежание обвала стенок шахты.

Шахтные колодцы очень эффективно строить непрерывным бетонированием, что позволяет избежать стыковых соединений. Для этого на ровную площадку устанавливают башмак, а на него монтируют опалубку. Внешняя опалубка поднимается на 100 см, а внутренняя устроена в виде поясов высотой 25–30 см из полос фанеры или металлического листа. Каждая последующая полоса устанавливается после заполнения бетоном пространства до верхнего уровня предыдущей полосы. По достижении высоты в 100 см кольцо опускают на дно открытой шахты глубиной 100–150 см.

Наращивают арматуру, выступающую из бетонированного кольца, устанавливают наружную опалубку и полосами в 30 см монтируют внутреннюю, заполняя пространство бетоном. Забетонировав второе кольцо на всю высоту, приступают к углублению шахты и опусканию забетонированного ствола до нулевой грунтовой отметки. Этот цикл повторяют до проектной глубины. Выход ствола над поверхностью земли на высоту до 0,75–0,8 м.

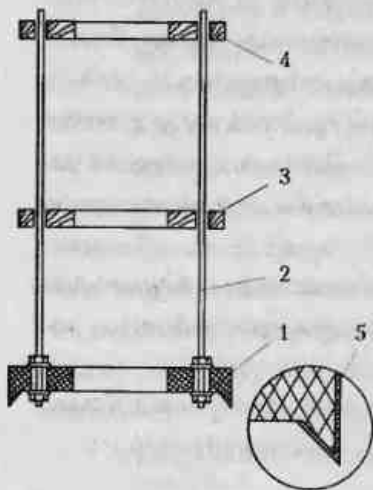


Рис. 36. Каркас кирпичного колодца:

- 1 — основное (бетонное) кольцо;
- 2 — вертикальные стержни;
- 3 — среднее кольцо (деревянное);
- 4 — верхнее кольцо (деревянное);
- 5 — стальной башмак-нож.

Кирпичный колодец

Шахту для кирпичного колодца отрывают круглую, диаметром не менее метра. Толщина кладки для колодцев глубиной до 6 м — в кирпич (25 см), для более глубоких — в полтора кирпича (37 см).

Кладку ведут с использованием каркаса (рис. 36), повышающего жесткость кирпичного стояка. Каркас состоит из трех горизонтальных колец, соединенных шестью вертикальными стержнями. Нижнее кольцо — массивное, железобетонное, снабженное по наружной кромке окованным железом ножом. Наружный диаметр нижнего кольца на 50 мм больше, чем у остальных колец, высота не менее 100 мм.

При изготовлении бетонных колец не забудьте о закладных деталях:

- для крепления троса при опускании кольца лебедкой или автокраном;
- для соединения колец друг с другом;
- для обслуживания колодца при его эксплуатации (то есть для крепления ступенек).

В первом случае речь идет о проволочных петлях (диаметр проволоки 6 мм) с длинными усами, пригнем после заливки сами петли должны оказаться снаружи кольца.

Для соединения колец достаточно предусмотреть отверстия, сквозь которые пройдут соединительные скобы.

Для устройства лестницы в бетон закладываются ступеньки-скобы из прутка диаметром 16–20 мм.

Два других кольца, промежуточное и верхнее, изготавливают из дерева, их высота 80 мм, наружный диаметр совпадает с наружным диаметром кладки, а внутренний — на 20 мм больше, по сантиметру на сторону. (Образующую канавку потом заделывают цементным раствором.)

В каждом кольце равномерно по окружности просверливают по 6 отверстий диаметром 32 мм.

Стержни должны иметь диаметр не менее 15 мм. Можно использовать для стержней арматурный прутки с приваренными на концах отрезками прутка с резьбой М16 длиной 200 мм.

Стержни крепят к нижнему кольцу, зажимая его между двумя гайками с шайбами, затем надевают среднее кольцо и конструкцию опускают в шахту, после чего собирают верхнюю часть каркаса.

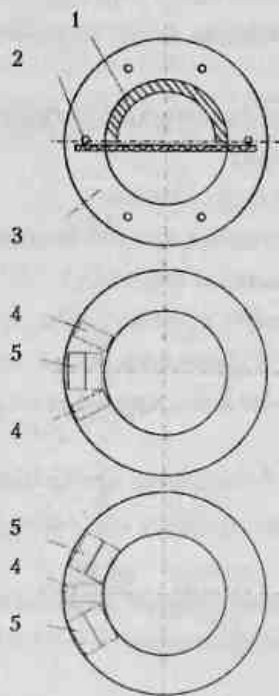


Рис. 37. Кладка кирпичей по шаблону:
а — положение шаблона;
б, в — перевязка четного и нечетного рядов;
1 — шаблон;
2 — штырь;
3 — нижнее кольцо;
4 — кирпичи тычком с уширяющимся наружу швом из раствора;
5 — кирпичи на пласть.

Можно брать стержни длиной в половину глубины колодца, тогда в среднем кольце нужно предусмотреть не 6, а 12 отверстий: 6 — для нижних штырей, а 6 в промежутках между ними — для верхних, которые соединят среднее кольцо с верхним. Если же стержни длинные, во всю глубину колодца (например, сварены встык), тогда их расклинивают в отверстиях среднего кольца, надежно его фиксируя.

Удобнее всего использовать для стержней имеющиеся в продаже шпильки М16 трехметровой длины. Нарращивать их можно с помощью высоких гаек (такая гайка — это шестигранный прутки длиной 100 мм под ключ 27 с просверленной насквозь резьбой М16). В этом случае среднее кольцо удобно крепится между двумя гайками на нужной высоте.

Затем начинают кирпичную кладку по кругу. Для контроля применяют кольцевой шаблон (рис. 37).

Через каждые 3–5 рядов в кладке прокладывают 2 кольца из тонкой железной проволоки, привязывая их мягкой проволокой к стержням.

Если вода должна поступать не только через дно, но и через боковую поверхность кирпичного стыка, в первом ряду кладки между кирпичами устанавливают равномерно по окружности 6 вставок из пористого бетона, как для бетонных колодцев.

В готовый раствор для кладки стенки колодца можно добавить жидкое стекло (1:10 по объему) и тщательно перемешать — это увеличит герметичность швов.

Когда стенка выложена до середины высоты шахты и среднее кольцо начинает мешать кладке, его либо передвигают повыше, а затем опускают плотно на последний выложенный ряд кирпичей, либо протесывают кирпичи нужной высоты, чтобы плотно уложить их под среднее кольцо. Затем следующий ряд выкладывают поверх кольца.

Так же поступают с последним рядом кладки под верхним кольцом, которое затем плотно сажают на кладку, затягивая равномерно гайки. В дальнейшем верхнее кольцо используют для крепления крыши или крышки колодца.

Колодец из камня

Можно вместо кирпичной кладки облицевать шахту колодца камнем. Кладка также ведется с использованием каркаса, показанного на рис. 36. Камни нужно подбирать по размеру, укладывать с перевязкой, заполняя более мелкими пустоты между крупными камнями. Самые крупные камни следует использовать для нижних рядов. Через каждые 12–20 см для увеличения прочности нужно укладывать проволоку — как для кирпичного колодца.

ТРУБНЫЙ КОЛОДЕЦ (СКВАЖИНА)

Как уже говорилось, дебит, или водообильность, колодца (суточное поступление воды) практически не зави-

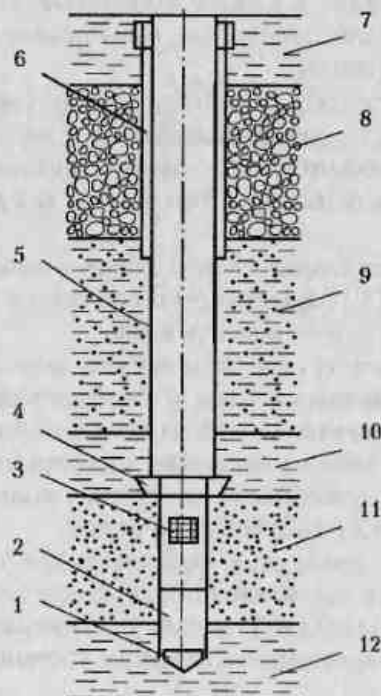


Рис. 38. Схема трубного колодца:
 1 — пробка;
 2 — отстойник;
 3 — сетка;
 4 — сальник; 5 — обсадная труба;
 6 — вспомогательная обсадная труба;
 7 — глиняный замок;
 8 — слой гравия;
 9 — водоносный слой;
 10 — водоупорный слой;
 11 — межпластовый водоносный слой;
 12 — водоупорный слой.

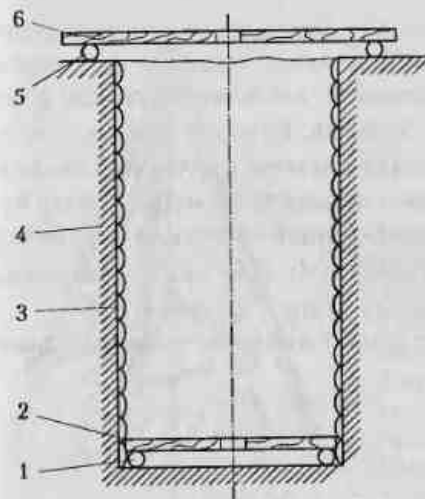


Рис. 39. Шурф для ручного бурения скважины:
 1 — нижние лежни;
 2 — нижний настил;
 3 — обшивка стен шурфа;
 4 — шурф 1,5×1,5 м глубиной 2–3 м;
 5 — верхние лежни;
 6 — верхний настил.

сит от диаметра шахты. Поэтому иногда (особенно при глубоком залегании водоносного горизонта, 15–20 м) быстрее и дешевле устроить колодец-скважину, который не требует рытья шахты: вместо этого бурят скважину диаметром 50–300 мм и укрепляют ее стенки обсадной трубой (из металла, асбоцемента, пластика). Такие колодцы чаще всего оборудуют электронасосами. Бурение очень глубоких скважин (более 40 м) обходится достаточно дорого. Имеет смысл строить такие колодцы для коллективного пользования — обычно они обладают достаточно большим дебитом и отличным качеством воды.

На месте будущей скважины роют шурф размерами 1,5×1,5 м и глубиной не менее 2 м (можно и глубже). Шурф защищает скважину от осыпания верхнего, наименее прочного слоя грунта. Стенки шурфа обшивают досками, чтобы не осыпались, а на дне устраивают пол: кладут строго горизонтально два лежня, укрепляют их кольщиками, поперек прибивают толстые (50-миллиметровые) доски 150-миллиметровыми гвоздями. По краям шурфа, на поверхности, тоже укладывают и укрепляют лежни и на них настилают пол (рис. 39).

Для бурения скважины (вращательного или ударного) используют буровую колонку, которую подвешивают с помощью буровой вышки, снабженной блоком с подъемником над точкой бурения. Буровая колонка состоит из буровых штанг, которые по мере углубления скважины наращивают с помощью переходных муфт. Снизу буровая колонка снабжена буровой головкой — режущим и/или ударным инструментом. Для вращения колонки используют вороток, а для удара — ударную бабу.

Процесс бурения с использованием вышки показан на рис. 40.

Копер (вышка)

Проще всего изготовить вышку в виде треноги из слег (тонких бревен) диаметром 150–200 мм и длиной 8–9 м, скрепленных в вершине железным шкворнем. К этому же шкворню крепят блок для подъема бурильной колонки. Между двумя ногами укрепляют ворот или лебедку (таль, полиспаст). На третьей ноге можно врезать и прибить поперечины, служащие ступеньками.

Для сборки треноги три одинаковые слегы укладывают рядом, в каждой слеге на расстоянии не менее 100 мм от тонкого конца просверливают отверстие на 2–3 мм больше диаметра шкворня (шпилька с резьбой М32 — М36) и собирают верхний узел с блоком, как показано на рис. 41. Затем подравнивают комлевые концы слег и поднимают треногу, устанавливая ее по отвесу, спущенному с блока, над шурфом. Концы ног слегка заглубляют в землю и утрамбовывают щебенкой.

К верхней буровой колонке привинчивают буровой вертлюг — шарнирную серьгу, которую цепляют за крюк подъемника. Благодаря шарниру при вращении буровой колонки трос подъемника не скручивается (рис. 42).

Для вращения подвешенной к крюку подъемника буровой колонки используют хомут-вороток (рис. 43).

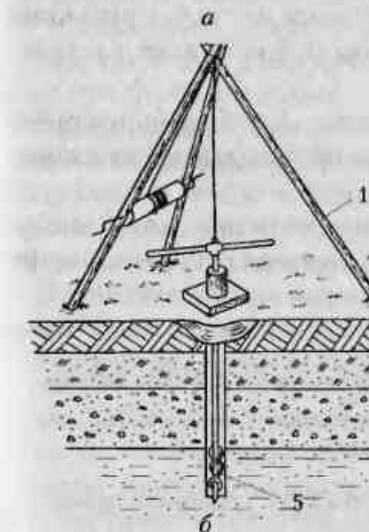
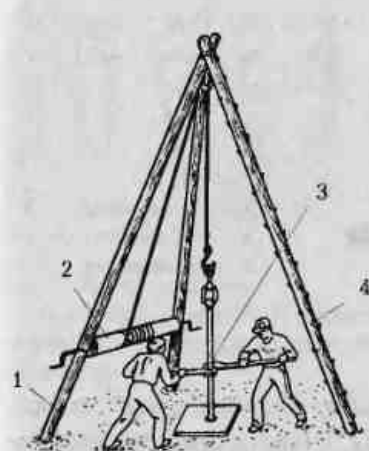


Рис. 40. Буровая вышка (а) и проходка бура к водоносному слою (б) (шурф не показан): 1 — ноги; 2 — подъемник; 3 — буровая колонка; 4 — ступеньки для подъема рабочего к узлу крепления блока; 5 — бур.

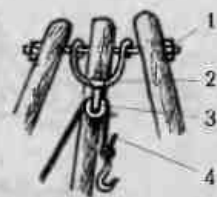


Рис. 41. Верхний узел бурильной вышки: 1 — шкворень с шайбами и гайками, пропущенный через отверстия в ногах; 2 — серьга блока; 3 — блок; 4 — трос, перекинутый через блок, с крюком для подвешивания буровой колонки.

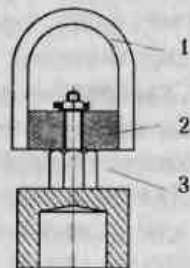


Рис. 42. Буровой вертлюг: 1 — серьга из прутка диаметром 16 мм, приваренная к кругляку; 2 — кругляк с центральным отверстием; 3 — хвостовик, верхняя часть которого вращается в кругляке и закреплена гайкой с шайбой и шплинтом, препятствующим самоотвинчиванию; средняя часть выполнена в виде шестигранника под гаечный ключ, а нижняя часть имеет резьбу для ввинчивания в муфту буровой штанги.

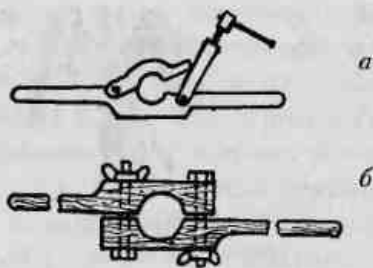


Рис. 43.
Хомут-вороток:
а — стальной;
б — деревянный.

Буровая колонка

Буровая колонка — это набор буровых штанг, соединенных муфтами в одну трубу. Штанга представляет собой трубу с утолщенными стенками из стали с высокими прочностными характеристиками (на сжатие, растяжение, скручивание).

Стандартная длина штанги — 3 м. При бурении без вышки или с невысокой вышкой используют укороченные штанги длиной 1,5 м.

Штанга на обоих концах имеет резьбу, которая служит для наращивания длины колонки с помощью муфт.

В качестве обсадной трубы стоит воспользоваться пластмассовой трубой для питьевой воды (Ø160 мм или 200 мм).

Преимущество много: малый вес упрощает рутинные работы; отсутствие коррозии также немаловажный фактор.

Отрезки трубы должны быть сварены сплошным швом, например, мощным паяльником, или герметично соединены иным способом. Опускаемая в скважину труба должна быть герметичной по всей длине!

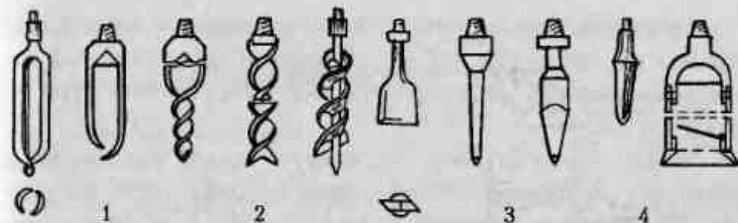


Рис. 44. Буровые головки:
1 — бур-ложки (гладкая и спиральная); 2 — спиральный бур (змеявик); 3 — бур-долото (плоское, коническое и пирамидальное); 4 — желонка.

На собранную колонку сверху навинчивается вертлюг для вывешивания на крюке подъемника, а снизу — переходник, имеющий специальную коническую резьбу под хвостовик буровой головки.

Вместо стандартных штанг можно использовать (при бурении на глубину до 30 м) стальные водопроводные (или газовые) трубы, но соединительные муфты должны быть не чугунными и не бронзовыми, а стальными, длиной не менее двух диаметров.

Напомним, что на водопроводных трубах и муфтах нарезается не метрическая, а трубная резьба.

Трубная резьба обозначается:

d'' труб.,

где d'' — внутренний диаметр трубы в дюймах.

Для ударного бурения можно использовать и жерди, изготовленные из стволов молодых деревьев (ели, дуба, лиственницы, ясеня). На конец жердей насаживают отрезок стальной трубы, снабженной резьбой.

Буры (буровые головки)

Буровая головка — это режущий или ударный (или и то и другое) инструмент, который крепится на конце нижней штанги буровой колонки (рис. 44).

Режущий (вращательный) бур врезается в породу при вращении, при этом бур опускается вглубь, а порода заполняет полость между режущими плоскостями бура по всей его высоте.

После этого буровую колонку с буром извлекают и очищают от породы. Если буровая головка имеет небольшую длину, она захватит мало породы, и весь цикл (спуск, вращение, извлечение, очистка), в котором собственно бурение занимает по времени незначительную часть, придется повторять слишком часто.

Поэтому понятно, что надо применять буры достаточно длинные — это увеличивает производительность каждого цикла и существенно сокращает время бурения скважины в целом.

Существуют различные конструкции буров — они предназначены для бурения в породах разной устойчивости.

Бур-ложки применяют для бурения малоосыпающихся пород (влажный песок, глинистый песок, суглинок, песчаная глина, песок с мелким гравием). Конструктивно буровая ложка представляет собой стальной цилиндр с продольной или спиральной прорезью, снабженный резьбовым хвостовиком. Изготавливают ее или из свернутой стальной пластины, или из стальной трубы с обязательной последующей закалкой. Длина ложки около 700 мм, диаметр зависит от диаметра скважины и обсадной трубы. Стандартные диаметры бур-ложек и соответствующих обсадных труб приведены ниже в таблице 3.

Спиральный бур (змеевик) предназначен для глинистых пород и суглинков, содержащих гравий. Его рабочая часть конструктивно выполнена в виде скрученной в спираль (наподобие сверла) стальной полосы. Нижний конец бура представляет собой нож; шаг спирали равен диаметру. Для того чтобы изготовить змеевик, полосу инструментальной стали нагревают в кузнечном горне до белого каления. Один конец зажимают в тиски, другой — скручивают ключом. Стандартные размеры спиральных буров (диаметр × длина в мм) приведены ниже.

Таблица 3

РАЗМЕРЫ БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА

Внутренний диаметр обсадной трубы, мм	78	104	115	155	205	225
Наружный диаметр бур-ложки, мм	70	—	102	140	198	—
Наружный диаметр змеевика, мм	70	—	102	140	—	—
Длина змеевика, мм	650	—	700	820	—	—
Наружный диаметр корпуса желонки, мм	—	89	95	27	168	219
Масса желонки, кг	—	25	30	47	69	96

Бур-долото применяют для ударного бурения в твердых породах. Долота бывают разной формы: плоские, крестовые и пр. Во время работы после каждого удара их нужно повернуть примерно на 15° (1/12 оборота) для получения круглой скважины.

Желонка — это инструмент, предназначенный для извлечения как осыпающейся и рыхлой, так и пробуренной породы (например, долотом).

Извлекают породу с помощью желонки ударным способом, поэтому внизу у нее имеется острый башмак, диаметр которого превышает диаметр корпуса на 4–6 мм.

Корпус желонки — цилиндр длиной 2–3 м, изготовленный из стальной трубы (например, газовой), а дно снабжено клапаном (стальным шаром или диском), который не позволяет породе высыпаться, когда ее после заполнения начинают поднимать вверх. В таблице 3 приведены стандартные размеры желонки и соответствующих обсадных труб.

Обсадная труба

Обсадная труба защищает скважину от осыпания и обвала стенок при проходе через сыпучую (неустойчивую) породу и от проникновения воды при проходе через

водоносные горизонты с непригодной для употребления водой.

Внутренний диаметр обсадной трубы должен быть на 7–15 мм больше диаметра башмака или соединительной муфты буровой колонки.

Обсадные трубы наращивают с помощью соединительных муфт.

Рабочий (нижний) конец обсадной трубы снабжают башмаком-муфтой, нижняя часть которого обработана в виде режущей кромки (рис. 45).

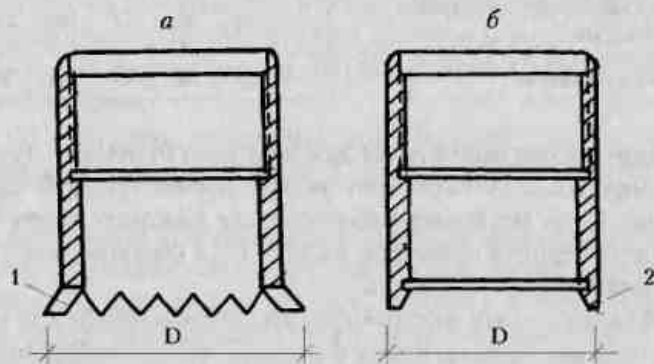


Рис. 45. Башмак обсадной трубы: а — зубчатый; б — гладкий; 1 — зубья; 2 — гладкая режущая кромка; D — диаметр режущей кромки (на 3–5 мм больше диаметра соединительной муфты обсадных труб).

Для свингивания и развингивания труб используют цепной клюг, а если такового нет, можно применить рычаги (лом или деревянную вагу) с канатными петлями (см. рис. справа), которые навиваются на свингиваемые трубы и затягиваются при вращении продетых в них рычагов.

Процесс бурения

Сначала, как было сказано, на месте будущей скважины роют шурф и устанавливают настилы. Затем над ним устанавливают вышку, снимают верхний настил, по отвесу, спущенному с блока, отмечают центр на нижнем настиле и выпиливают отверстие по диаметру башмака обсадной трубы или соединительной муфты буровых труб. Затем укладывают верхний настил и по тому же отвесу проделывают в нем такое же отверстие. Эти отверстия обеспечат вертикальность буровой колонки (это необходимо для успешного бурения).

Далее собирают бурильную штангу (снизу навинчивают бур, сверху — вертлюг) и вывешивают ее над отверстием.

С помощью подъемника штангу опускают в шурф сквозь оба настила. Если необходимо, наращивают бурильную колонку второй штангой. Затем на удобной высоте (1–1,5 м) крепят на штанге хомут-вороток.

Начинают бурение, вращая штангу вдвоем, передавая друг другу рукоятки воротка. Третий периодически проверяет вертикальность бурильной штанги с помощью отвеса (это необходимо на начальном этапе бурения).

На штанге делают отметку (мелом) на высоте 600–700 мм от верхнего настила. Затем начинают вращать штангу до тех пор, пока отметка не опустится до настила. После этого штангу извлекают подъемником, очищают бур от породы, снова опускают штангу и делают на ней новую отметку. Потом переставляют хомут на удоб-

На глубину до 20 м скважину диаметром не более 75–80 мм можно бурить без треноги.

Не стоит слишком наращивать длину рычагов воротка. Вращать станет легче, но можно скрутить штангу.

ную для работы высоту. Если колонку необходимо нарастить, снимают с нее вертлюг, навинчивают переходную муфту (отрезок трубы с соответствующей внутренней резьбой; его длина должна быть не менее двух диаметров штанги), в нее ввинчивают следующую трубу, а на верхний конец этой трубы снова вертлюг.

В устойчивой породе можно пробурить скважину на всю глубину, не используя обсадную трубу.

Если же порода обваливается в скважину, то сначала бурят скважину глубиной 1–3 м (сколько удастся) и опускают в нее обсадную трубу с башмаком, забивая и заворачивая ее. Внутренний диаметр обсадной трубы должен быть на несколько миллиметров больше диаметра муфт колонки. Забивают трубу кувалдой через деревянную прокладку. Если труба плохо опускается, ее вращают по часовой стрелке и против.

Если грунт мягкий, иногда удается осадить трубу одним забиванием, не вращая.

После заполнения трубы породу извлекают желонкой.

На этом этапе следуют повторяющиеся циклы: снимают вертлюг, навинчивают новую штангу с помощью муфты, на нее навинчивают вертлюг и накидывают его серьгу на крюк подъемника, переставляют хомут, делают отметку мелом и бурят.

При бурении неустойчивых пород бур не должен опускаться ниже башмака обсадной трубы более чем на половину своей длины (во избежание обвала).

Поэтому бурение чередуют с осаживанием обсадной трубы, которую при необходимости также наращивают с помощью соответствующих ее резьбе соединительных муфт. Понятно, что перед тем, как навинтить новую обсадную трубу, ее надо надеть на буровую колонку, сняв с последней вертлюг. Обсадную трубу поднимают на нужную высоту тоже с помощью подъемника. Для этого на трубе закрепляют съемный хомут-вороток и накидывают на него две петли из троса на рукоятки воротка и на крюк подъемника.

Длина обсадной трубы должна быть не слишком велика, иначе для ее осаживания и для вращения воротка, на-

детого на бурильную штангу, придется работать на помосте. Такой помост, если все же необходимо его использовать, устраивают в виде настила, который крепят к ногам буровой вышки.

Если буровая колонка плотно сидит в скважине, ее отрываю от породы, используя две ваги (балансы), которые опирают на козелки (рис. 46).

Приемы бурения

Пески проходят бур-ложкой или желонкой, добавляя в скважину немного воды и глины (в качестве смазки). Если песок утрамбовался, применяют долото. Пока бур не войдет в водоупорную породу ниже водоносного слоя, используют обсадные трубы.

Пески-пльвуны проходят желонкой ударным способом, одновременно осаживая трубу. Желонка должна быть длинной, а ее клапан — хорошо подогнан.

Вязкие глинистые породы можно бурить желонкой без клапана, бур-ложкой, змеевиком. Если порода твердая, ее периодически рыхлят долотом на глубину 500–700 мм. Обсадные трубы не применяют, если скважина не обваливается. Если глина мягкая вязкая, пользуются желонкой не только без клапана, но даже без башмака (или буром-змеевиком), поднимая и опуская его на 100–150 мм через несколько оборотов.

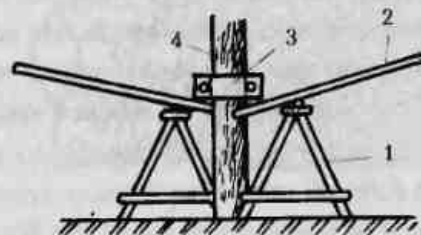


Рис. 46. Извлечение буровой колонки с помощью ваг:
1 — козелки; 2 — ваги; 3 — хомут-вороток или специальный разъемный хомут для утюга ваг; 4 — буровая колонка.

Через 500–700 мм инструмент вынимают и очищают, перед опусканием доливают около ведра воды.

Галечники и гравийные породы проходят с обсадными трубами, работая поочередно долотом и желонкой.

Подготовка скважины к работе

Когда скважина прошла водоносный горизонт и дошла до нижнего водоупорного слоя, ее тщательно очищают желонкой. Затем измеряют глубину скважины от верхнего настила до дна водоносного слоя. После чего в водоносный слой на колонне водоподъемных труб опускают фильтр. Он должен опускаться свободно, без закрутки. Далее пространство между фильтром и стенками скважины засыпают чистым крупным песком или мелким гравием, одновременно с этим поднимая колонну обсадных труб на всю высоту фильтра. Эта засыпка также способствует очистке воды.

Если фильтр со временем засорится, его придется вынуть из скважины и промыть, затем поставить на место, предварительно очистив скважину желонкой от засыпки, а после установки фильтра опять засыпать пространство вокруг него.

Сто лет назад в энциклопедии писали:

«Для быстрого получения грунтовых вод нередко употребляют трубчатые, нортонвские или абиссинские колодцы, состоящие из полой тугунной трубы с заострением и продырявленной на нижнем конце; такая труба вгоняется в грунт до водоносного слоя ударом тяжелой бабы об навинченную гайку; полученная вода выводится на поверхность откаткою вставленным в трубу насосом».

Фильтр

Фильтр — это важнейший элемент водоподъемного устройства скважины. Его задача — защитить водоподъемную трубу от песка, который всегда имеется в водоносном слое. Собственно фильтрацию обеспечивает металлическая сетка с ячейкой необходимого размера, опирающаяся на каркас, защищающий ее от смятия. Изображенный на рис. 47 фильтр конструктивно представляет собой трубу с перфорацией, вокруг которой с зазором расположена металлическая сетка. Зазор обеспечивает редкая навивка из проволоки.

Могут, конечно, применяться и другие конструкции фильтра.

Оформление надземной части колодца-скважины

После установки фильтра и водоподъемных труб шурф засыпают, разобрав деревянные обшивки и настилы, затем устанавливают ручной или электрический насос, устраивают вокруг места выхода скважины глиняный замок и отмокту (рис. 48). При желании вокруг насоса сооружают сруб с крышкой или деревянный навес.

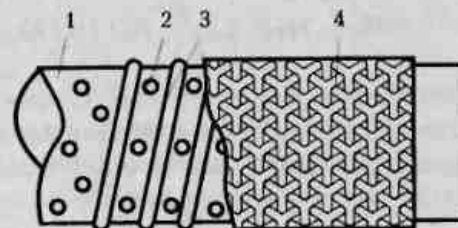


Рис. 47. Устройство фильтра для скважины:
1 — труба; 2 — перфорация; 3 — навивка, обеспечивающая зазор;
4 — сетка.

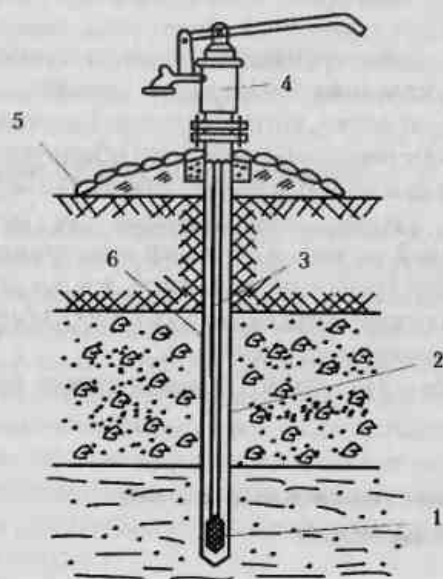


Рис. 48. Колодец-скважина:

- 1 — фильтр; 2 — водопримная часть скважины;
3 — водоподъемная труба; 4 — ручной насос; 5 — отмостка;
6 — скважина.

ЗАБИВНОЙ (АБИССИНСКИЙ) КОЛОДЕЦ

Забивной колодец, называемый абиссинским, известен давно. Его конструкция представляет собой буровую штангу небольшого диаметра с буровой головкой (в виде конического или пирамидального долота), оснащенной фильтром.

Таким образом, чтобы устроить абиссинский колодец, нужно просто забить на нужную глубину буровую штангу, наращивая ее по мере необходимости. Когда буровая головка пройдет водоносный слой, колодец готов: бур с фильтром служит водопримной частью, а буровая ко-

лонка — водоподъемной и обсадной трубой. Остается только оформить наземную часть, установив насос и устроив вокруг него глиняный замок и отмостку.

Нехитрое устройство колодца делает такую конструкцию необычайно привлекательной. Однако не может же быть все так просто! Действительно, абиссинский колодец можно устроить только в мягкой породе, не содержащей галечников, и при глубине водоносного слоя 6—7 м, в крайнем случае — до 12 м.

Почему так? Во-первых, при наличии галечных включений забивное бурение буровой колонкой малого диаметра просто невозможно, во-вторых, такая колонка при длинах более 7 м обладает недостаточной устойчивостью на сжатие — она начнет при забивании изгибаться, пружинить, уходить в сторону от вертикали. Если же увеличить диаметр буровой штанги, понадобится слишком мощный копер — без специализированной техники, своими силами не обойтись.

Но если с породой повезет, то абиссинский колодец — просто подарок. Его легко устроить и он имеет вполне достаточную производительность — примерно полтора ведра в минуту. А если этого мало, всегда есть возможность устроить еще один такой колодец.

Конструкции колодца и самодельного копра показаны на рис. 49.

Забойный трубный абиссинский колодец сооружают, как сказано выше, на глубину не более 7 м.

Рабочая головка абиссинского колодца представляет собой массивный стальной конус, над которым приварен водопримный участок в виде трубы несколько меньшего диаметра с окнами, защищенными металлической сеткой-фильтром. На фильтр навинчена основная труба с шариковым клапаном в нижней части.

Упрощенная технология сооружения абиссинского трубчатого забивного колодца заключается в следующем.

Роят шахту 0,8 × 0,8 × 1 м. Фильтр жестко соединяют с трубой. На трубу насаживают груз до 30 кг (бабу), кото-

рый может свободно перемещаться вверх и вниз по трубе. На расстоянии метра от фильтра крепят стальной хомут — подбабок. На 1–1,5 м выше подбабка устанавливают второй хомут с двумя блоками. Трубу с фильтром, клапаном и наконечником устанавливают в центре подготовленной шахты и засыпают грунтом. Уплотняя грунт вокруг вывешенной трубы, обеспечивают ее устойчивое вертикальное положение.

Вместо рытья шахты глубиной 1 м можно пробурить ствол диаметром 150–200 мм обычным буром, что также обеспечит устойчивое вертикальное положение трубы. Трубу в грунт забивают ударами падающего груза (бабы) по подбабку до тех пор, пока подбабок достигнет поверхности земли. Затем его вновь перемещают на 1 м вверх и закрепляют. Так продолжают до тех пор, пока не появи-

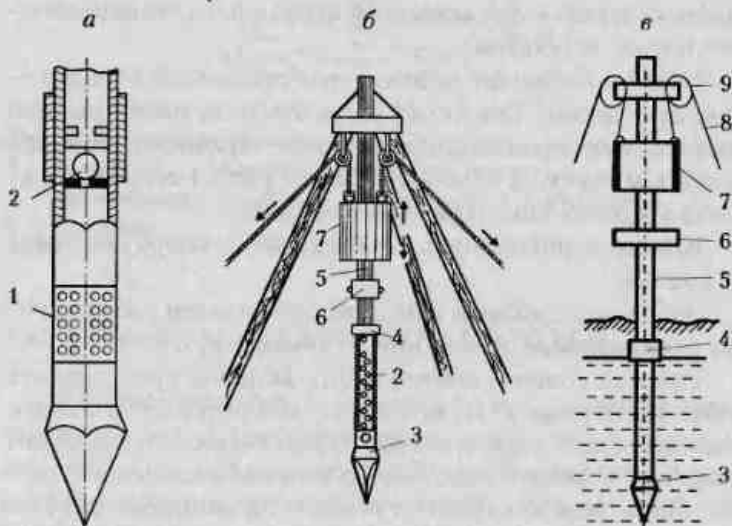


Рис. 49. Конструкция копра забитого колодца: а — устройство рабочей головки; б — копер; в — установка колодца (тренога копра не показана); 1 — клапан; 2 — фильтр; 3 — буровая головка; 4 — соединительная муфта; 5 — буровая штанга; 6 — съемный упор (подбабок); 7 — баба копра; 8 — подъемный трос; 9 — блоки; 10 — ноги вышки.

ся вода. Забивают трубу до погружения фильтра в водонесный слой, причем уровень воды должен быть выше верхнего края фильтра на 0,5–1 м. Воду откачивают до полного осветления, на что, как правило, достаточно 15–30 мин.

Наличие воды в трубе можно проверить, опустив в нее маленькую трубку на шнуре. При соприкосновении с водой трубка издает специфический хлопок. С помощью ручного или малогабаритного электрического насоса абиссинский колодец, как уже сказано, может обеспечить водой в количестве 10–15 л/мин.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ И ДОСТАВКА

Бадья, журавль и ворот

Колодезная бадья привычна всем. Ее можно опускать и поднимать на колодезной цепи или веревке, навитой на подъемный ворот или прикрепленной к серьге перевеса журавля (см. рис. 50).

Погрузить в воду и набрать до краев бадью или ведро не так просто; иногда к одной из проушин, за которые крепится дужка ведра, привязывают гирьку, которая помогает зачерпнуть воду.

Гораздо удобнее устроить в бадье донный обратный клапан (рис. 51). Тогда проблем с наполнением не возникнет.

При погружении бадьи в воду язычок клапана приподнимается давлением воды и она заполняет емкость; при подъеме бадьи наполнившая ее вода прижимает язычок к дну и вода не выливается.

Бадьей такой же конструкции можно извлекать воду и из скважины, если ее диаметр составляет не менее 100–150 мм. Диаметр такой бадьи должен быть 80–130 мм соответственно, а высота — 500–600 мм.

Насосы

Однако ничто (кроме традиций) не мешает вам механизировать операцию подъема воды из колодца — хотя бы ручным насосом. Можно на этой полумере не останавливаться и прибегнуть к помощи электричества. Электронасос не только извлечет воду из колодца, но и доставит ее в дом.

Отечественная промышленность предлагает нам ряд малогабаритных насосов (см. таблицу 4). Как выбрать нужный насос? И где его размещать: на уровне воды или наверху?

Дело в том, что всякий насос — это устройство, создающее перепад давлений: на выходе больше, чем на входе (наше сердце действует тем же образом). Представим,

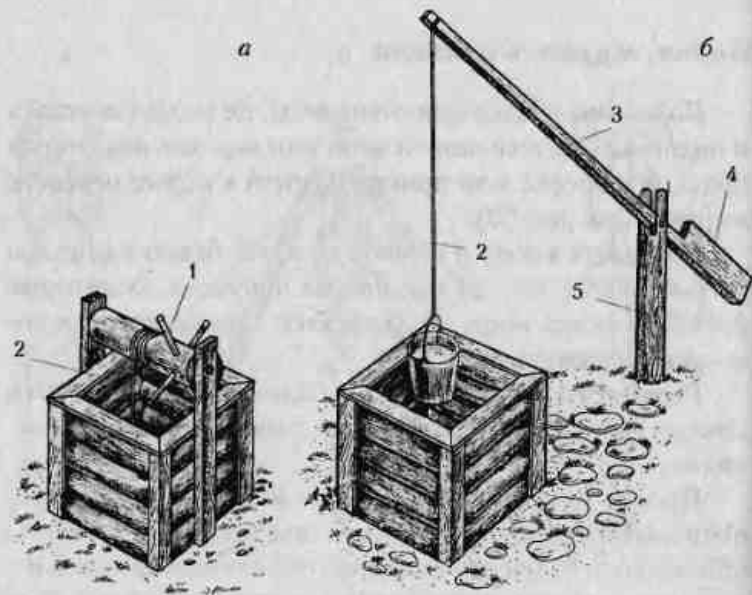


Рис. 50. Подъем воды из колодца:
а — с помощью ворота; б — с помощью журавля;
1 — ворот; 2 — веревка или цепь; 3 — перевес журавля;
4 — противовес; 5 — баба журавля (столб с развилкой).

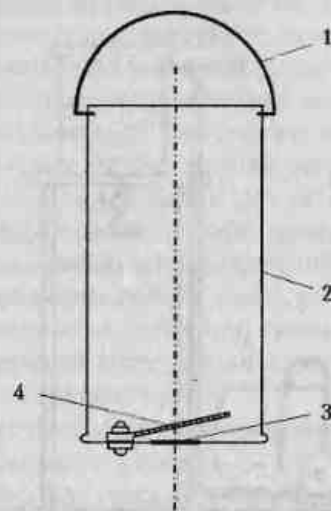


Рис. 51. Колодезная бадья с донным клапаном:
1 — дужка; 2 — бадья;
3 — отверстие клапана;
4 — резиновый язычок клапана.

что нужно перекачать воду из бочки, стоящей на земле, в резервуар на крыше душевой кабины, поднятый на три метра. Разберем два варианта (рис. 52).

Таблица 4

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ КОЛОДЕЗНЫЕ НАСОСЫ

Тип насоса	Напор, м вод. ст.	Конструкция
«Агидель»	18	центробежный
«Родничок»	20	Вибрационный погружной
«Мальш»	45	электромагнитный
«Струмок»	45	электромагнитный

В первом случае насос расположен рядом с баком, то есть тоже на высоте три метра. Его всасывающий патрубок спускается в бочку с водой, а напорный — соединяется с душевым резервуаром. В этом случае на напорном патрубке давление атмосферное, а на всасывающем — на-

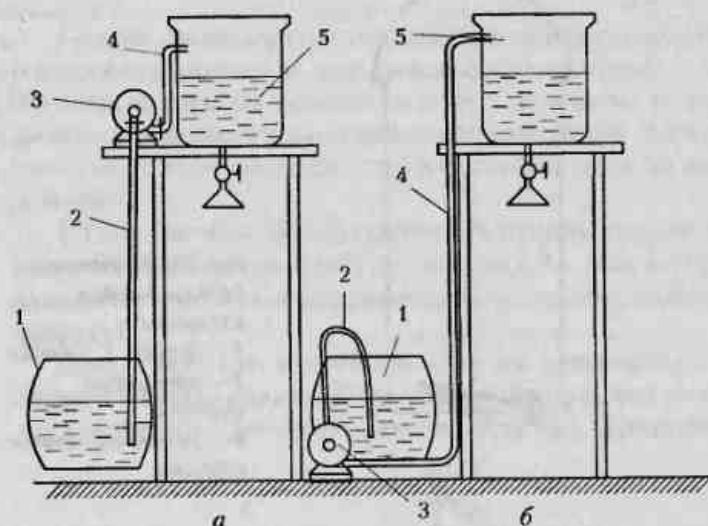


Рис. 52. Схема действия насоса при работе на всасывание (а) и нагнетание (б):

1 — нижний резервуар; 2 — всасывающий патрубок насоса;
3 — насос; 4 — нагнетательный (напорный) патрубок насоса;
5 — верхний резервуар.

сос создает разрежение, благодаря чему вода засасывается из бочки и через насос передается в верхний резервуар.

Как известно, атмосферное давление составляет 10 метров водяного столба, а вакуум соответствует 0 м вод. ст. Насос не может создать разрежение на всасывающем патрубке ниже этого значения.

Поэтому при рассмотренной схеме невозможно поднять воду выше чем на 10 м — это ограничение наложено законами физики и распространяется на любую конструкцию всасывающего насоса. Высота же в три метра вполне по силам насосу, установленному рядом с верхним резервуаром.

Теперь рассмотрим ситуацию, когда насос находится на уровне нижнего резервуара. В этом случае уже на вса-

сывающем патрубке давление равно атмосферному, а на напорном — соответствует параметрам насоса. Как видно из приведенной выше таблицы, интересующие нас насосы развивают перепад давлений между входом и выходом от 20 до 45 м вод. ст. Это значит, что установленный на земле насос мог бы подать воду хоть на высоту шестого этажа (для этого нужен напор 20 м вод. ст.).

Рассмотренный нами пример показывает, что насос, установленный на поверхности земли (около колодца или скважины либо в доме), теоретически способен поднять воду из колодца или скважины только в том случае, если зеркало воды находится не глубже 10 м, а практически — не глубже 8 м.

Поэтому обычно насосы и устанавливают поближе к водоносному горизонту.

Способ установки зависит от конструкции насоса. Погружные (вибрационные) опускают прямо в воду, обычные (центробежные) устанавливают на полке, укрепленной выше максимального сезонного уровня воды в колодце, а еще лучше — на поплавке (см. рис. 53).

Как видно из рисунка 53, вода из колодца поднимается насосом, поступает к крану, расположенному на крыше колодца, а также непосредственно в дом по магистральному трубопроводу. Его нужно прокладывать под землей во избежание замерзания в зимний период. Глубина прокладки должна быть больше глубины промерзания грунта в вашей местности; кроме того, подземный трубопровод следует покрыть сначала слоем теплоизоляции, а затем гидроизоляции — вплоть до ввода в отапливаемое помещение.

Сто лет назад в энциклопедии писали:

«Напорные трубы делаются почти исключительно из чугуна и железа. Укладка труб проводится в земле, ниже непромерзающего ее слоя».

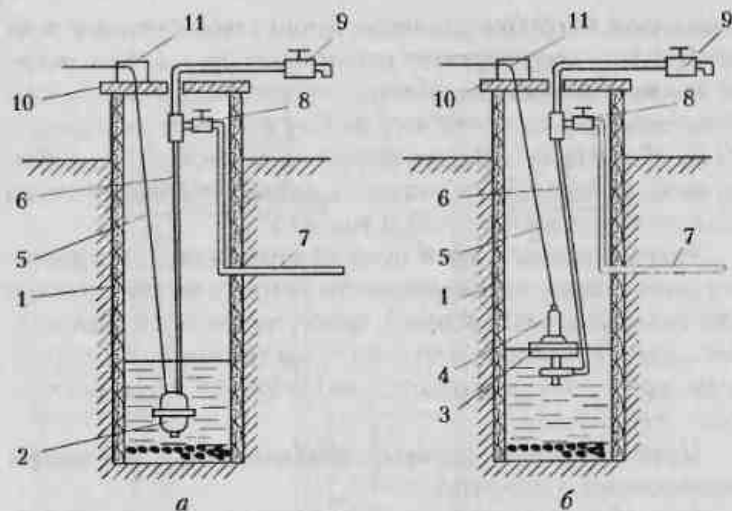


Рис. 53. Размещение погружного (а) и центробежного (б) насоса в колодце:

1 — бетонная облицовка колодца; 2 — погружной насос; 3 — поплавок; 4 — центробежный насос; 5 — электрический кабель; 6 — шланг подачи воды; 7 — подземный трубопровод; 8 — запорный вентиль; 9 — кран; 10 — крышка колодца; 11 — электрический ввод.

Рекомендуемый диаметр трубы для магистрали — 3/4" труб или 20 мм. (внутренний диаметр). Можно использовать звенья оцинкованной стальной трубы (в продажу поступают отрезки длиной до 6 м) с нарезанной на концах резьбой и соединять их муфтами (в точках ветвления — тройниками) либо прокладывать магистраль из пластиковых армированных, металлопластиковых и т. п. труб.

ВОДОРАЗДАЧА

Если источник воды с электронасосом дополнить системой доставки воды в дом и водораздачи внутри дома, то мы получим автономную систему водоснабжения.

Такая система содержит:

- колодец или скважину;
- электронасос;
- подземную магистраль «источник — дом»;
- домовую водопроводную сеть;
- водонапорный бак или гидроневматическую установку;
- приборы потребления воды (душ, ванна, умывальник, унитаз, кухонная мойка, посудомоечная машина, стиральная машина и пр.).

ВОДОНАПОРНЫЙ БАК

На рис. 54 показаны два варианта схемы автономного водоснабжения загородного дома.

В первом варианте вода из колодца или иного источника воды поступает в водонапорный бак, расположенный выше жилых помещений. Этот бак должен иметь объем 100 — 150 л., иначе говоря, около 15% суточного потребления воды.

Водонапорный бак предназначен для того, чтобы обеспечить необходимый расход воды независимо от производительности насоса и водообильности колодца. Он снабжен автоматикой для включения и выключения электронасоса, обеспечивающей поддержание заданного уровня воды в баке.

Таким образом, насос включается не в тот момент, когда вы начинаете потреблять воду (его производительность может быть и меньше, чем скорость потребления), а лишь тогда, когда требуется пополнить запас воды в водонапорном баке.

Если бак установлен в неотапливаемом помещении (на чердаке), его надо теплоизолировать.

Устройство водонапорного бака показано на рис. 55.

Лучше всего сделать водонапорный бак из нержавеющей листовой стали или из готовой бочки (из нержавеющей стали, обычной стали, изнутри покрытый антикоррозионной краской, годной для холодной питьевой воды,

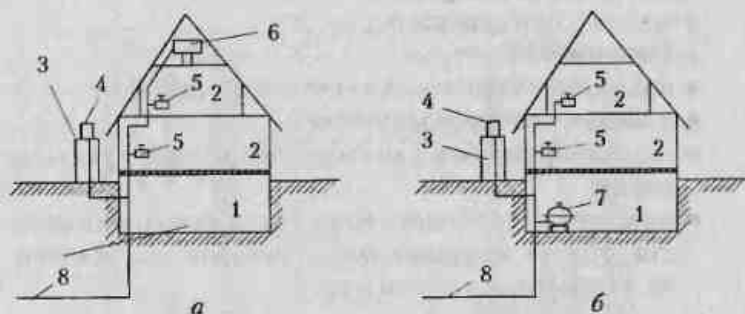


Рис. 54. Схема автономного водоснабжения загородного дома с водонапорным баком (а) и с гидроневматической установкой (б): 1 — подвальное помещение; 2 — жилые помещения; 3 — летний душ; 4 — душевой резервуар; 5 — вводы водоснабжения в помещения; 6 — водонапорный бак; 7 — гидроневматическая станция; 8 — подземная теплоизолированная магистраль от источника водоснабжения.

либо из пищевого пластика). Если бак изготовлен из слишком тонкой листовой стали (0,5–1 мм) и не имеет ребер жесткости, то снаружи на него надевают бандаж из стального уголка либо иного профиля в виде горизонтальной рамы, расположенный примерно на середине высоты. Бак устанавливают на деревянных брусках в металлический поддон, снабженный сливом.

Наливной патрубок (ввод воды) располагают в верхней части боковой стенки бака, на 50–80 мм ниже верхней кромки, и снабжают поплавковым клапаном (такой же конструкции, как в бачке унитаза). Подводящую трубку соединяют с патрубком через отсекающий вентиль — он понадобится при очистке или ремонте бака.

Отводящая (сливная) труба врезается заподлицо в боковую стенку бака на расстоянии 50 мм от дна. Кроме того, бак должен быть оборудован системами перелива, сигнализации о понижении уровня ниже контрольной отметки и слива. Переливная воронка расположена на уровне 100 мм от верхней кромки бака, а сливная — в днище ба-

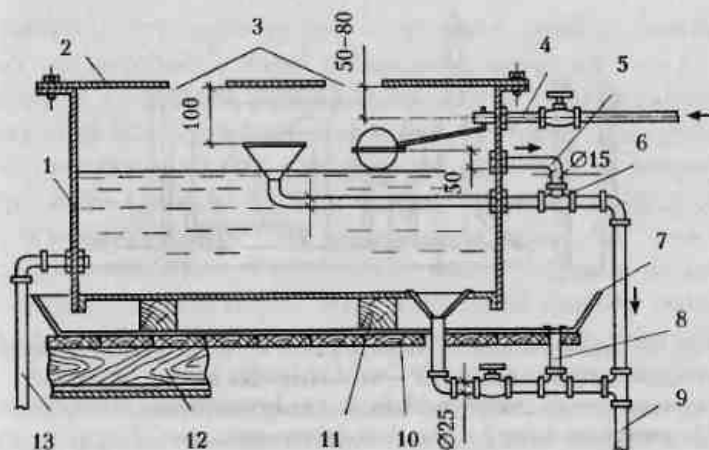


Рис. 55. Водонапорный бак (размеры в мм): 1 — корпус; 2 — крышка; 3 — вырезы (закрываются сеткой, для связи с атмосферой и для датчиков уровня); 4 — подающая труба с поплавковым клапаном; 5 — сигнальная труба; 6 — перелив; 7 — поддон; 8 — слив из поддона; 9 — труба (шланг) водослива; 10 — настил поддона; 11 — балка под баком; 12 — потолочная балка; 13 — отводная труба.

ка. Под сливной воронкой устанавливают отсекающий вентиль.

Сигнальная труба врезана в боковую стенку бака на 150 мм ниже верхней кромки бака, то есть на 50 мм ниже уровня перелива.

Слив поддона и бака, перелив и сигнальная труба соединены со сливным стояком.

Переливная воронка защищает бак от переполнения в случае поломки или неправильной регулировки поплавкового клапана, а сигнальная трубка позволяет следить за снижением уровня воды: если он опускается ниже места врезки трубки в бак, то вода из нее, естественно, не течет.

Для того чтобы исключить замерзание воды в баке в зимнее время, его надо теплоизолировать.

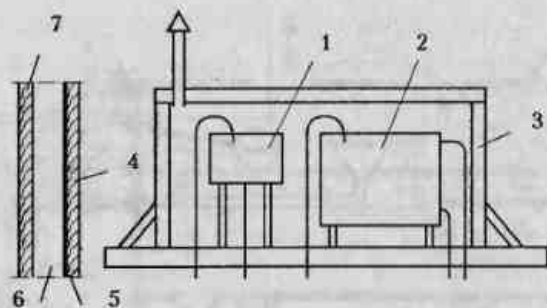


Рис. 56. Схема утепления водонапорного и расширительного баков: 1 — расширительный бак; 2 — водонапорный бак; 3 — кожух; 4 — внутренняя стенка кожуха; 5 — гидроизоляция; 6 — теплоизоляция; 7 — внешняя стенка кожуха.

Для этого на бак надевают кожух с двойными стенками из фанеры, досок и т. п. По внутренней стенке устанавливают гидроизоляцию, а поверх нее укладывают тепловую изоляцию (например, минвату) (рис. 56). Обычно в этот же кожух помещают расширительный бак водяного отопления (если дом оборудован им).

ГИДРОПНЕВМАТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА (МЕМБРАННЫЙ БАК)

Применение водонапорного бака связано с рядом неудобств.

Эту громоздкую конструкцию, имеющую немалый вес, нужно располагать выше жилых помещений, бук-

Современные насосные станции способны всасывать воду с глубины до 20 м. Подаваемый ими сжатый воздух создает дополнительную тягу благодаря эффекту эжекции.

вально над головой, да еще и утеплять. Иногда удобнее воспользоваться схемой нижнего размещения бака (например, в подвале), а напор на его выходе (взамен самотека) создавать искусственным путем. По такой схеме работает мембранный бак, или гидроаккумулятор, — резервуар, разделенный на две части гибкой мембраной. В основную камеру бака закачивается вода, а по другую сторону мембраны, в воздушную камеру, закачан воздух. Когда насос закачивает воду в водяную камеру, объем воздушной камеры из-за растяжения мембраны уменьшается и давление воздуха возрастает до нужного значения, поддерживаемого автоматикой. Через мембрану это давление передается воде и гонит ее из подвала вверх, в жилые помещения. Компрессор с помощью автоматики включается и выключается, поддерживая необходимое давление в системе. Объем водяной камеры обычно невелик — 20–25 л.

Недостаток этой системы — зависимость подачи воды от электричества (напомним, что водонапорный бак, наоборот, является запасным накопителем и может снабжать водой какое-то время даже без ее подачи из источника).

На рис. 57 изображена гидропневматическая водоподъемная установка отечественного производства, состоящая из погружного насоса и гидроаккумулятора, работа которых управляется системой автоматики.

Наряду с отечественными гидропневматическими установками в продаже имеются так называемые насосные станции, производимые рядом зарубежных фирм (см. табл. 5). Такая насосная станция выполнена в виде компактного блока, состоящего из насоса и мембранного бака. Поскольку станция установлена в подвале дома, то есть выше зеркала воды в колодце, насос работает на всасывание. Поэтому данная система может быть использована лишь для подъема воды из неглубоких водоносных горизонтов или из скважин с естественным подпором воды.



Рис. 57. Гидропневматическая водоподъемная установка:
 а — погружной насос в колодезце или скважине;
 б — гидроаккумулятор; 1 — водяная камера; 2 — воздушная камера; 3 — мембрана; 4 — блок управления.

Таблица 5

Насосные станции САМ, АРМ и КС для индивидуального водозабора

Технические характеристики	САМ		АРМ		КС		САМ		
	40/22	66/25	100/60	130/60	100/25	901/22	1100/25	1300/25	198/25
Мощность, кВт	0,8	1,0	1,1	1,3	1,1	0,9	1,1	1,3	1,6
Производительность, л/мин	60	63	70	80	40	60	70	80	90
Высота подъема воды, м	42	50	50	46	20	45	50	50	60
Глубина всасывания воды, м	8	9	9	9	20	9	9	9	9

САДОВЫЙ ВОДОПРОВОД

Летний водопровод на загородном участке обеспечивает водой летнюю кухню, душ, гараж, помещения для скота и птицы, бассейн и т. д. Он подключается к сети водоснабжения жилого дома.

Трубы летней водопроводной сети можно прокладывать поверху, но удобнее заглубить их в землю на 0,5—0,6 м.

Если на полив огорода и сада расходуется значительное количество воды, имеет смысл устроить отдельную поливочную водопроводную сеть (на поверхности или неглубоко под землей).

Если поблизости имеется непитьевая вода (река, пруд, поливочный бассейн и т. д.), лучше брать воду для полива отсюда.

Для устройства обеих сетей можно использовать стальные оцинкованные водопроводные трубы — для главной линии 3/4" труб., для ответвлений — 1/2" труб.

На зимний период воду из летней и поливочной сетей обязательно нужно сливать.

В случае если поливочная вода поступает с перебоями или не обеспечивает нужного расхода воды, можно устроить поблизости от места полива накопительный резервуар (бочку), поднятый на опоре на 1—1,5 м, который будет заполняться от поливочной магистрали и от которого вода будет поступать самотеком в поливочную сеть.

Эта конструкция удобна еще и тем, что обеспечит вас при необходимости теплой водой для полива (за счет прогрева резервуара в солнечную погоду).

В зависимости от величины поливочных площадей выбирают конфигурацию разводки воды от магистрали.

В нужных точках магистральную линию снабжают отводами (участки труб соединяют тройниками). Удобно использовать тройник 3/4" труб с отводом и вентилем 1/2" труб. Иногда достаточно к полудюймовым отводам тройников после венчика присоединять гибкий шланг для полива этой части огорода. При необходимости мож-

но от этих точек прокладывают стационарные ветви поливочной сети, но полудюймовой трубой (см. рис. 58).

Что касается окончательных приборов полива, то здесь выбор неограничен. Можно устроить в отходящих от магистрали трубах ряд мелких отверстий в нужных местах и отрегулировать вентили так, чтобы вода изливалась в виде мелких струек (капельный полив). Можно просто поливать вручную, направляя шланг с наконечником-соплом в нужное место. Если снабдить сопло регулирующей насадкой, то дальность и силу струи можно менять по желанию.

Дождевальные приборы в виде шеста или треноги (высотой от 1 до 5 м) с вращающимся (силой отдачи) разбрызгивателем и экономичны, и прекрасно смотрятся в работе, если их использовать на лужайках или цветниках.

В продаже имеются разбрызгиватели различной конструкции из металла и пластмассы.

По мере необходимости треногу или шест переносят на новое место.

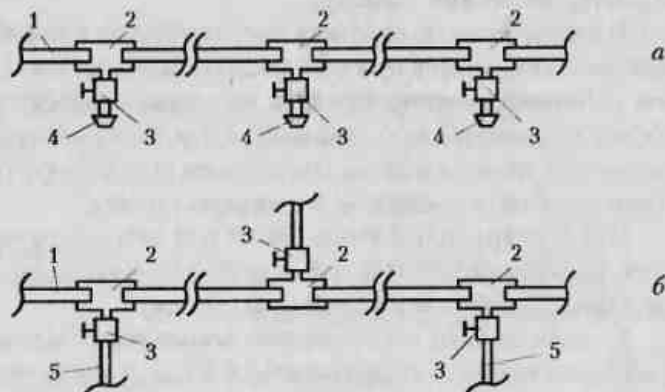


Рис. 58. Односторонняя (а) и двухсторонняя (б) схемы прокладки поливочного водопровода:

- 1 — участок магистральной трубы диаметром $3/4$ " труб;
 2 — тройник для перехода от $3/4$ " труб к $1/2$ " труб; 3 — вентиль к $1/2$ " труб; 4 — штуцер для присоединения поливочного шланга;
 5 — местная ветвь поливочного водопровода ($1/2$ " труб).

ОЧИСТКА

Качество добываемой воды может быть улучшено системами фильтрации, широко распространенными в качестве фильтров городского водопотребления («Гейзер», «Аквафор», «Изумруд» и пр.).

Кроме того, отечественной промышленностью выпускается комплекс автономного водоснабжения, снабженный системой водоочистки (рис. 59).

Как показано на рисунке, эта система представляет собой обычный комплекс водоснабжения с водонапорным баком, подземной магистралью и колодцем с насо-

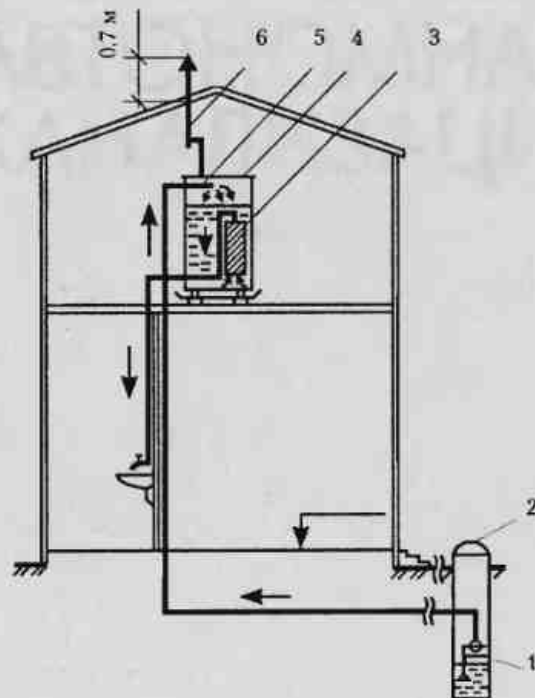


Рис. 59. Автономная система водоснабжения с очисткой воды: 1 — насос; 2 — колодец; 3 — фильтр; 4 — водонапорный бак; 5 — разбрызгиватель; 6 — вытяжка труб.

сом. В водонапорный бак встроена система фильтрации воды. Входной патрубок в баке дополнен специальным разбрызгивателем и вытяжкой, благодаря чему вода интенсивно отдает растворенные газы и избавляется от неприятных привкусов и запахов. Кроме того, внутри бака установлен цилиндрический фильтр (диаметр 300 мм, высота 750 мм) с нижним забором воды. Его выходной штуцер наверху цилиндра соединен напрямую с выходным патрубком бака. Таким образом, вода из бака выходит, проходя снизу вверх через фильтрующий слой, и очищается от примесей — железа и др. Система снабжена автоматикой, включающей и выключающей насос для поддержания уровня воды в баке на заданной отметке.



АВТОНОМНАЯ КАНАЛИЗАЦИЯ

ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

ДОМОВАЯ СЕТЬ

ДВОРОВАЯ СЕТЬ

Водоснабжение загородного дома требует обязательного устройства канализации, то есть системы отведения и очистки сточных вод, которые образуются в результате использования воды для хозяйственных нужд и гигиенических целей (так называемые «серые» сточные воды). Канализация требуется и для смывного туалета (ва-тер-клозета).

Автономная канализация состоит из трех частей:

- очистные устройства;
- домовая сеть с сантехническими приборами;
- дворовая сеть.

ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Задача очистных сооружений — снижение количества загрязнений в сточных водах до такого уровня, когда их можно отводить в водоем или водопроницаемый грунт без опасности загрязнения последних. Способные к гниванию органические соединения, содержащиеся в сточных водах, превращаются в процессе очистки в безвредные инертные вещества. Кроме того, снижается во много раз (до допустимого уровня) количество болезнетворных организмов.

Таким образом, прошедшие очистку сточные воды перестают быть источником заражения окружающей среды. Тем не менее санитарные органы (СЭС) требуют обеззараживания этих вод при их сбросе в водоемы.

Биологическая очистка обеспечивается биоагентами — микроорганизмами и водорослями, для которых загрязнение сточных вод являются источником питания и в процессе жизнедеятельности биоагентов превращаются, как уже сказано, в инертные вещества.

Принудительная очистка производится в специальных установках, где создается среда с повышенной концентрацией биоагентов, что обеспечивает интенсивную очистку сточных вод. Такие установки благодаря высокой производительности компактны, однако при работе они нуждаются в затратах энергии — процесс требует подачи воздуха. Поэтому для местных систем канализации их на практике не применяют, а используют естественные системы очистки.

Естественная система очистки сточных вод использует самоочищающую способность почвы, грунта.

Очистка производится в два этапа.

Сначала сточные воды поступают в так называемый септик — отстойную камеру, где происходит их осветление (выпадение в осадок взвешенных частиц).

На втором этапе производится собственно биологическая очистка вод — фильтрация.

СЕПТИК

Септик — это отстойная камера в виде герметичного колодца (круглого или прямоугольного сечения).

Объем колодца зависит от расхода сточных вод. Постоянно заполненная часть колодца (гидравлический объем) должна быть равна трехкратному суточному притоку. Если поступление сточных вод не превышает 1000 л/сутки, септик делают однокамерным, если больше — двухкамерным (первая камера — 3/4 общего гидравлического объема).

Неочищенные сточные воды ни в коем случае не должны просачиваться сквозь стены септика в грунт. Поэтому его конструкция должна быть герметичной: стены из железобетона, бутового камня (бутобетона) или крас-

ного кирпича-железняк, дно — из монолитного бетона или железобетонной плиты.

Технология строительства в целом та же, что для неглубокого шахтного колодца: отрывают шахту на полную глубину, около трех метров, и облицовывают. Стены из бутового камня или кирпича штукатурят цементным раствором (соотношение цемента и песка 1:3) и железнят (затирают влажную поверхность цементом).

Правда, в отличие от питьевого колодца, как уже сказано, здесь предварительно бетонируют дно! Шов между дном и стенкой закрывают приливом из цементного раствора.

В случае использования железобетонных колец конструкция септика, рассчитанного на дом с семьей из четырех-пяти человек, выглядит примерно так, как показано на рис. 60.

Отрывают шахту глубиной 3 м и диаметром 1,5 м, на дне ее утрамбовывают слой щебня 100—150 мм, затем заливают дно монолитным бетоном или укладывают железобетонную плиту толщиной не менее 100 мм.

Затем опускают одно за другим два железобетонных кольца (кольца должны быть прочно соединены друг с другом, как это показано в нашей книге при описании шахтных колодцев) и герметизируют стыки.

По мере установки бетонных колец пространство вокруг них засыпают грунтом. Если уровень грунтовых вод высок, железобетонные кольца снаружи обмазывают горячим битумом и заполняют зазор вокруг них перематой глиной, тщательно утрамбовывая ее при укладке. Толщина глиняного замка должна быть 250—300 мм.

В верхнем кольце должны быть предусмотрены выпускное и выпускное отверстия. В эти отверстия вставляют тройники диаметром 100 мм. Поперечный отвод тройника пропускают сквозь отверстия наружу и герметизируют. К нему присоединяют уложенные в траншею входную и выходную фановые трубы того же диаметра. Проходная часть тройника, как видно из рисунка, ориентирована вертикально. Нижний конец погружен в сточную воду на

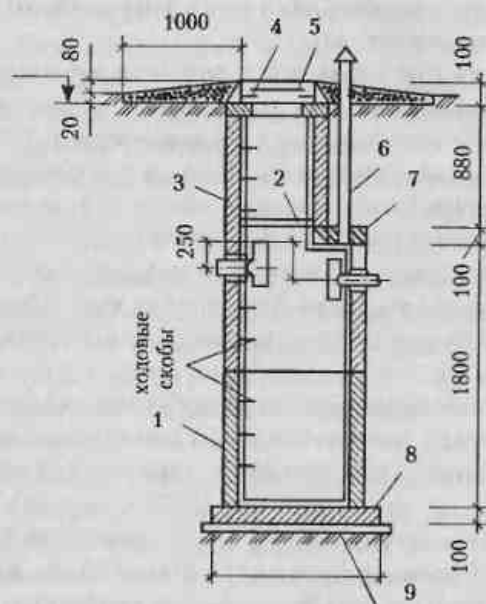


Рис. 60. Септик из железобетонных элементов (размеры в мм): 1 — железобетонное кольцо диаметром 1000 мм; 2 — деревянная крышка; 3 — железобетонное кольцо диаметром 700 мм; 4 — опорное железобетонное кольцо; 5 — чугунный люк (или деревянная крышка); 6 — вентиляционный стояк; 7 — плита перекрытия; 8 — плита-днище; 9 — цементная стяжка.

Ватер-клозет, то есть унитаз со смывным базком, резко повысил комфортность городского жилища. Ему предшествовали такие системы, как люфт-клозет и пудр-клозет, которые в свое время явились значительным усовершенствованием по сравнению с «фортожной канализацией» средневековых европейских городов.

300 мм, верхний — поднимается выше уровня воды. Такая конструкция позволяет задержать загрязнения, плавающие на поверхности воды, и обеспечивает возможность чистки ввода и выпуска.

Выпускное отверстие должно быть на 50–100 мм выше выпускного, которое отстоит от верхней кромки бетонного кольца на 300 мм.

Поверх бетонного кольца устраивают перекрытие. Самый простой вариант — закрыть септик досками толщиной 60 мм или железобетонными плитками, затем уложить 2–3 слоя рубероида или гидроизола и засыпать шлаком или грунтом. При необходимости чистки такое перекрытие легко разобрать. Но лучше устроить постоянный лаз — из дерева или бетона. В первом случае перекрывают септик деревянным щитом с люком 650 × 650 мм или × 700 мм. Люк накрывают крышкой. Стенки шахты обшивают досками, а сверху устраивают еще одно перекрытие с верхней крышкой. Пространство между крышками заполняют утеплителем.

Во втором случае используют либо фасонное железобетонное кольцо (коническое с нижним диаметром 100 мм и верхним под стандартный чугунный люк), либо, как на нашем рисунке, перекрывают колодец плоским железобетонным кольцом с отверстием диаметром 700 мм, а на него устанавливают железобетонный стакан того же диаметра и на нем сверху устраивают люк или деревянную крышку.

Люфт-клозет — это дворовая уборная с выгребной ямой, дополненная люфт-системой, то есть вентиляционным стояком, в котором тяга создается подогревом воздуха благодаря расположенному рядом пегному дымоходу. Пудр-клозет — это попросту домовая уборная с горшком (а точнее — ведро со стульчаком и ящик с опилками).

Для того чтобы обеспечить доступ к тройникам впуска и выпуска, строго над ними укрепляют вентиляционные стояки — вертикальные отрезки трубы (чугунной, стальной, асбоцементной), которые выходят на поверхность земли и закрываются заглушками.

Одна из этих труб одновременно играет роль вытяжки. Ее поднимают выше уровня земли на 700–800 мм (то есть выше снежного покрова) и защищают флюгаркой (колпачком, поднятым на подставках выше верхнего среза стояка).

В статическом состоянии, при отсутствии притока вод, уровень воды в септике устанавливают на отметке отводящего отверстия.

В процессе эксплуатации септика органическая часть осадка постепенно разлагается микроорганизмами, поэтому нельзя при эксплуатации и чистке пользоваться хлорной известью. Чистку септика производят раз в год, а если в доме нет смывного туалета (ватер-клозета), то раз в 2–3 года. Откачивают осадок специальным погружным насосом либо ассенизационной машиной (не забудьте при планировании участка обеспечить подъезд к колодцу) поздней осенью в начале заморозков (во избежание неприятных запахов).

Септик располагают не менее чем в 5 м от дома. Если он удален более чем на 15 м, необходимо устроить смотровой колодец, обеспечивающий доступ к входному патрубку. Такой колодец делают из железобетонных колец диаметром 700 мм или в виде квадратной ямы 700 × 700 мм.

При высоком уровне грунтовых вод имеет смысл снижать глубину колодца септика, одновременно увеличивая его диаметр — например, вместо двух колец диаметром 1000 мм общей высотой 1800 мм установить одно кольцо диаметром 2000 мм и высотой 1300 мм. Такой септик делают двухкамерным: устанавливают вертикальную перегородку по всей высоте железобетонного кольца. В этой перегородке предусматривают два патрубка диаметром 150 мм: один, перепускной, размещают на 400 мм ниже, а второй, вентиляционный, — на 150 мм выше расчетного уровня воды.

ФИЛЬТРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Конструкция фильтрующего устройства должна быть выбрана в зависимости от типа грунта и от уровня грунтовых вод (см. таблицу 6).

Таблица 6

ТИПЫ ФИЛЬТРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ
(РАЗМЕРЫ ДАНЫ ДЛЯ СУТОЧНОГО РАСХОДА ДО 0,5 М³,
ТО ЕСТЬ НА СЕМЬЮ 2 — 3 ЧЕЛ.)

Тип грунта	Уровень подземных вод		
	Глубокий (ниже 3 м)	Средний (ниже 1,5 м)	Высокий
Пески (хорошая проницаемость)	Фильтрующий колодец (диаметр 1 м)	Поля подземной фильтрации (длина оросительной сети 20–30 м)	—
Супесь (хорошая проницаемость)	Фильтрующий колодец (диаметр 1,5 м)	Поля подземной фильтрации (длина оросительной сети 30–50 м)	—
Суглинки и глины (слабая проницаемость)	—	Песчано-гравийный фильтр со сбросом очищенной воды в водоем (длина траншеи 5 м; площадь коллекторной сети 2,5 × 2 м)	Фильтрующая кассета (площадь 10–12 м ² для суглинков и 15–8 м ² для глин)
Глины (водоупорный грунт)	—	Фильтрующая полуглубленная песчано-гравийная насыпь (площадь 5 м ²)	Фильтрующая наземная песчано-гравийная насыпь (площадь 5–8 м ²)

На песчаных грунтах и супесях устраивают фильтрующий колодец (при залегании грунтовых вод на глуби-

не менее 3 м) или поля подземной фильтрации (при уровне вод 1,5–2 м). Пройдя такой фильтр, сточные воды просачиваются через грунт, где проходят дополнительную очистку, к подземным грунтовым водам.

Фильтрующий колодец

Итак, если условия позволяют, то есть грунт обладает фильтрующими свойствами (песчаные или супесчаные почвы) и грунтовые воды стоят низко, имеет смысл устроить рядом с септиком (отстойной камерой) колодец фильтрации осветленных сточных вод.

На слабопроницаемых и водоупорных грунтах устраивают песчано-гравийные фильтры полной очистки, после которых безвредная вода сбрасывается в водоем или на рельеф.

При слишком высоком уровне подземных вод фильтрующие устройства приходится поднимать выше и использовать насос для подъема сточных вод от септика.

Общая схема местной канализации в этом случае выглядит так, как показано на рис. 61.

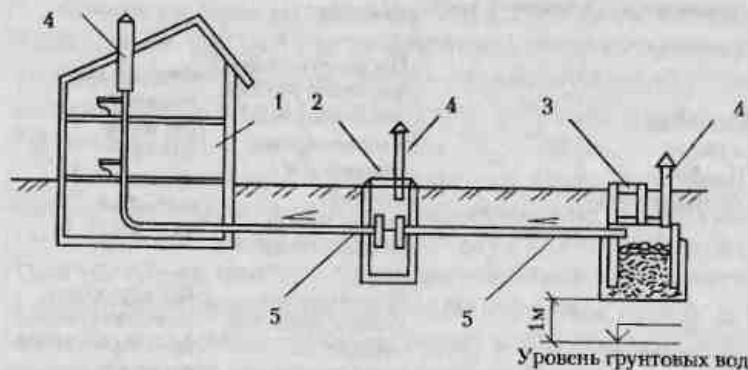


Рис. 61. Схема двухступенчатой очистки сточных вод с фильтрующим колодецем:

- 1 – жилой дом с внутренней канализацией; 2 – колодец-септик;
- 3 – фильтрующий колодец; 4 – вытяжной стояк;
- 5 – канализационная труба.

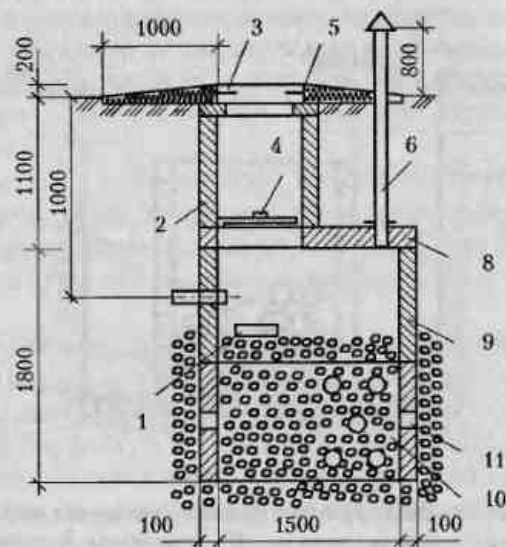


Рис. 62. Фильтрующий колодец, смонтированный из железобетонных колец (размеры в мм):

- 1 – водоотбойная доска; 2 – лаз из железобетонного кольца диаметром 700 мм; 3 – люк чугунный типа «Л»; 4 – нижняя деревянная крышка; 5 – опорное кольцо под люком;
- 6 – вентиляционный стояк; 7 – плита перекрытия; 8 – верхнее железобетонное кольцо; 9 – нижнее железобетонное кольцо;
- 10 – засыпка; 11 – отверстия.

Как видно из приведенной схемы, канализационная труба выводит из дома сточные воды самотеком в отстойную камеру (септик), откуда они, так же самотеком, поступают в фильтрующий колодец. Отфильтрованная вода просачивается вниз, к грунтовым водам. Следует обратить внимание на то, что и домовая фановая труба, и обе камеры очистки оборудованы вытяжкой для отвода образующихся в канализационной системе газов.

Фильтрующий колодец, как и колодец-септик, представляет собой шахту глубиной около трех метров, внут-

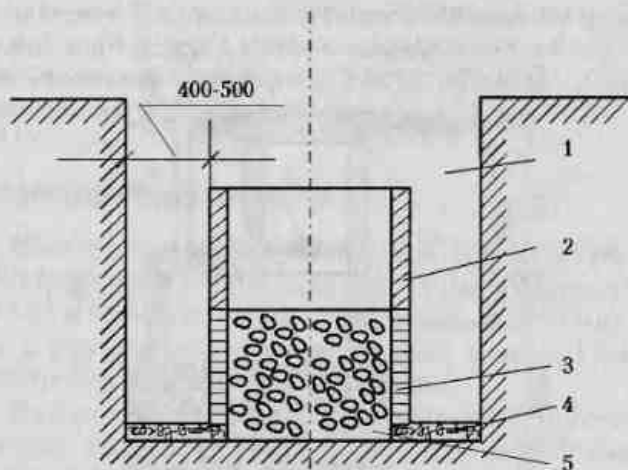


Рис. 63. Шахта фильтрующего колодца (размеры в мм):
1 — шахта; 2 — стенка колодца; 3 — отверстия диаметром
50 — 60 мм; 4 — бетонная стяжка; 5 — открытое дно колодца.

ри которой устроен колодец из бутового камня, кирпича-железняка или железобетонных колец.

Устройство фильтрующего колодца из железобетонных колец диаметром 1500 мм показано на рис. 62.

Шахту выкапывают полностью на заданную глубину. Ее диаметр должен быть на 800—1000 мм больше диаметра колец (см. рис. 63). На дне устраивают бетонную стяжку по утрамбованному контуру в виде кольца по периметру шахты, оставляя открытый грунт в центре, по внутреннему диаметру бетонного кольца. Таким образом, нижняя кромка кольца опирается на бетонное основание, а дно камеры остается незабетонированным и не препятствует просачиванию сточных вод.

В нижнем железобетонном кольце просверливают перфоратором 80 отверстий диаметром 50—60 мм с шагом по горизонтали и вертикали 100—120 мм. Если кольцо отливают самостоятельно, то заранее закладывают в опа-

лубку легко удаляемые пробки или патрубки под отверстия. Если стенку колодца делают из камней, оставляют на пласту пропуски, а если из кирпича — кладку делают в полкирпича (на пласту) в шахматном порядке, оставляя в каждом ряду зазоры между соседними кирпичами в 35—45 мм.

На высоту 1 метр колодец засыпают фильтрующим материалом (гравий, щебень, спекшийся шлак, битый кирпич с размером осколков 10—70 мм). Снаружи между стенками шахты и бетонными кольцами делают такую же засыпку.

Впускной патрубок входит в колодец через отверстие в бетонном кольце на высоте 1500 мм от дна колодца, то есть на 500 мм выше уровня засыпки, на которую укладывают водоотбойную доску в месте падения струи (чтобы предотвратить размывание грунта). Доска должна быть закреплена, например, двумя штырями, уходящими в засыпку.

Патрубок не следует обрезать заподлицо со стенкой, лучше оставить выпуск внутрь колодца 50—80 мм — в противном случае вода будет стекать по стенке и размывать засыпку.

Рабочий объем колодца перекрывают сверху плоским железобетонным кольцом с отверстиями под крышку (диаметром 500 мм) и под вытяжной стояк диаметром 100 мм.

На перекрытие устанавливают железобетонное кольцо — лаз диаметром 700 мм, а его верх закрывают люком или деревянной крышкой. Под чугунный люк подкладывают стандартное железобетонное кольцо.

Вытяжной стояк с флюгаркой должен подниматься над уровнем земли не менее чем на 700 мм.

При сильных морозах (от минус 25°C) нижнюю крышку утепляют.

Теперь следует разобраться с диаметром рабочей камеры фильтрующего колодца. От этого диаметра зависит объем фильтра, а значит, его производительность.

Сточные воды уходят и через дно, и через перфорированную боковую стенку колодца. Песок пропускает

воду лучше, чем супеси. «Серые» хозяйственные воды просачиваются легче, чем воды от ватер-клозета. Размеры колодца при различных расходах сточных вод с учетом перечисленных нами факторов приведены ниже (таблица 7).

Таблица 7

ДИАМЕТР КОЛОДЦА ПРИ ВЫСОТЕ ФИЛЬТРА 1 М
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ПОЧВЫ

Количество сточных вод	Песчаный грунт	Супесни
Для «серых» вод		
0,5 м ³ /сутки (2–3 чел.)	Ø0,5 м	Ø0,7 м
1,0 м ³ /сутки (4–5 чел.)	Ø0,7 м	Ø1,0 м
При работе ватер-клозета		
0,5 м ³ /сутки (2–3 чел.)	Ø1 м	Ø1,5 м
1,0 м ³ /сутки (4–5 чел.)	Ø1,5 м	Ø2 м

При устройстве колодца квадратного сечения можно взять сторону квадрата, равную указанному в таблице диаметру.

Очистка сточных вод в фильтрующих колодцах происходит в биопленке — тонком слое, образованном микроорганизмами на поверхности гранул фильтра. Для этих микроорганизмов органические вещества в сточных водах являются питательной средой.

Окончательная очистка сточных вод происходит в слое почвы, через который они просачиваются, прежде чем достигнут грунтовых вод.

Поля подземной фильтрации

Поля подземной фильтрации применяют, как и фильтрующие колодцы, в песчаных и супесчаных грунтах. Устройство фильтрующего колодца возможно, как

было сказано, в том случае, когда грунтовые воды залегают на глубине не менее 3 м. Если же эта глубина составляет 2 или в крайнем случае 1,5 м, приходится сооружать фильтр иной конструкции — в виде разветвленной сети фильтрующих траншей. Эта система дешевле и проще в строительстве, к тому же она обеспечивает орошение участка. Единственная сложность заключается в том, что поля подземной фильтрации нужно прокладывать заранее, до застройки участка.

Устройство подземной фильтрующей сети показано на рис. 64.

Дозирующая камера, устраиваемая на выходе септика, обеспечивает поля подземной фильтрации равномерным притоком сточных вод. Она представляет собой емкость диаметром 1000 мм (или площадью 1000 × 1000 мм) с находящимся внутри сифоном, который периодически самозаряжается и самоизливается осветленной сточной во-

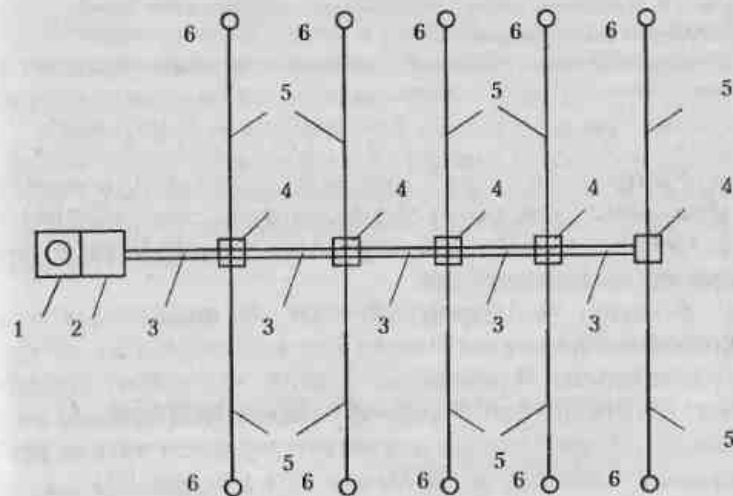


Рис. 64. Поля подземной фильтрации:
1 — септик; 2 — дозирующая камера; 3 — распределительный трубопровод; 4 — распределительные колодцы; 5 — оросительные трубы; 6 — вентиляционные стояки с флюгаркой

дой, поступающей из септика. Диаметр сифона – 100 мм, высота колена – 200 мм.

Распределительный трубопровод – это труба диаметром 100–125 мм (пластиковая, асбоцементная или керамическая). Ее укладывают в траншею на глубине выпуска дозирующей камеры с уклоном 0,02 (2 см на метр длины), чем обеспечивается самотек сточных вод. В любом случае расстояние от трубы до поверхности земли должно быть не менее 500 мм (рис. 65).

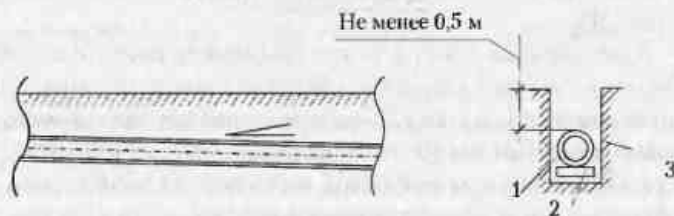


Рис. 65. Прокладка распределительного трубопровода полей подземной фильтрации:

1 – труба Ж 100 – 125 мм; 2 – подкладка (кирпич надо класть через каждые 0,5 м); 3 – траншея

Распределительный колодец устраивают в местах ветвления – там, где от распределительного трубопровода отходят траншеи фильтрации с уложенными в них оросительными трубами.

Колодец диаметром 500–700 мм выкладывают из красного кирпича-железняка или используют железобетонное кольцо. В основании колодца устраивают цементную стяжку по утрамбованному гравию, над стяжкой размещают лотки на уровне, соответствующем лоткам распределительной и оросительной труб (см. рис. 66).

Для каждого колодца этот уровень свой, поскольку распределительный трубопровод проложен с уклоном.

Сверху колодец прикрывают деревянной крышкой (щитом) и засыпают ее гравием, щебнем или шлаком (размер гранул 15–25 мм).

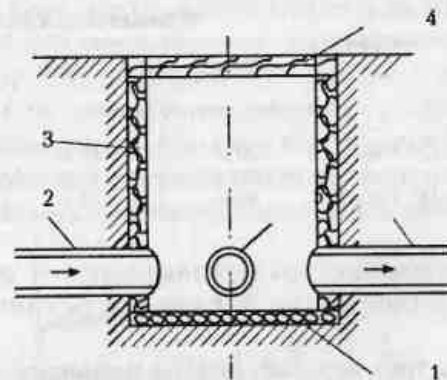


Рис. 66. Распределительный колодец полей подземной фильтрации: 1 – бетонное основание; 2 – распределительный трубопровод; 3 – бетонное кольцо; 4 – деревянная крышка; 5 – ввод оросительной трубы

Устанавливая заглушки в колодце, можно отсекать от сети те или иные ветви и тем самым регулировать орошение зон приусадебного участка.

Фильтрационные траншеи с оросительными трубами прокладывают параллельными рядами на расстоянии не менее 1,5 м в песчаных грунтах и 2,5 м в супесях. Суммарная длина траншей, необходимая для отвода сточных вод, приводится ниже.

Таблица 8

СУММАРНАЯ ДЛИНА ФИЛЬТРУЮЩИХ ТРАНШЕЙ

Количество сточных вод	Климатическая полоса		
	Южная	Средняя	Северная
Для «серых» сточных вод			
0,5 м ³ /сутки (2–3 чел.)	14 м	18 м	21 м
1,0 м ³ /сутки (4–5 чел.)	28 м	35 м	42 м

Количество сточных вод	Климатическая полоса		
	Южная	Средняя	Северная
При работе ватер-клозета			
0,5 м ³ /сутки (2-3 чел.)	20 м	25 м	30 м
1,0 м ³ /сутки (4-5 чел.)	40 м	50 м	60 м

Каждая траншея, ответвляющаяся от распределительного трубопровода, должна иметь длину не более 20 м.

Глубина траншеи выбирается в зависимости от расчетного значения минимальной зимней температуры.

Таблица 9

ЗАВИСИМОСТЬ ГЛУБИНЫ ТРАНШЕИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Температура, °С	Глубина траншеи, м
-20	0,7
-30	1,0
-40	1,5
<40	1,8

Огистка «серых» сточных вод доставляет значительно меньше хлопот, чем обработка сточных вод, образующихся при использовании ватер-клозета. Неприятно, что в последние годы распространение биотуалетов, то есть конструкций унитаза, не нуждающиеся в смывной воде, используются зачастую (в странах Скандинавии) даже в многоэтажных городских домах. Есть над чем подумать!

На дне траншеи отрываю канавку шириной 300 мм и глубиной 200 мм, в которую укладывают фильтрующий слой из гравия, щебня или шлака (размер гранул 15–25 мм), на который и укладывают оросительную трубу. Оросительная труба должна иметь уклон 0,02 в сторону от колодца для самотека сточных вод и отверстия, через которые вода орошает фильтрующий слой.

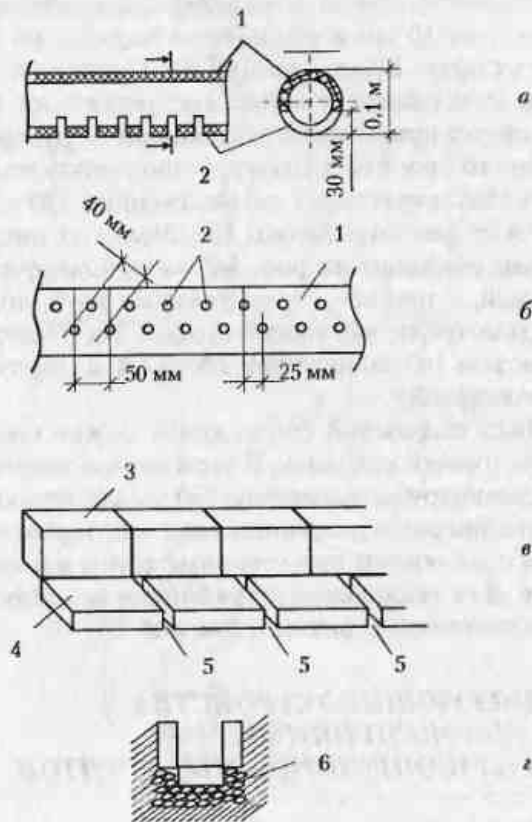


Рис. 67. Оросительная труба из асбестоцемента (а), пластмассы (б) и в виде кирпичного лотка (в, г):

1 — труба; 2 — пропилы или отверстия (при укладке в траншею обращены вниз); 3 — кирпичный бортик лотка; 4 — кирпичное дно лотка; 5 — зазор 15–20 мм; 6 — фильтрующий слой.

Можно использовать асбоцементную, пластмассовую или керамическую дренажную трубу диаметром 75–100 мм.

Если используется асбоцементная труба, в ней отверстия для излива устраивают в виде пропилов на треть диаметра шириной 10 мм с шагом 150 мм и укладывают пропилами вниз.

В пластмассовой трубе сверлят два ряда отверстий диаметром 10 мм в шахматном порядке на расстоянии друг от друга 50 мм (рис. 67 б). Гончарные дренажные трубы укладывают не встык, а оставляя зазор 15 мм, который сверху прикрывают накладками из рубероида. Можно вместо оросительных труб проложить по фильтрующему слою кирпичный лоток сечением 120 × 120 мм, оставляя на дне лотка зазоры 15–20 мм (см. рис. 67 в).

Как показано на рис. 64, на концах фильтрующих траншей, а точнее — оросительных труб, должны быть предусмотрены вытяжные стояки. Их делают из трубы диаметром 100 мм, высотой 0,5–0,7 м, а сверху прикрывают флюгаркой.

Поля подземной фильтрации можно соорудить без коллекторных колодцев. В этом случае звенья распределительной трубы диаметром 150 мм соединяют посредством тройников, обращенных вниз, к которым через угольник и подключают оросительные трубы в шахматном порядке. Для угольников и тройников подойдут чугунные канализационные фитинги (см. рис. 68).

ФИЛЬТРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫХ ИЛИ СЛАБОПРОНИЦАЕМЫХ ГРУНТОВ

В том случае если почва на вашем загородном участке такова, что грунт плохо пропускает воду, конструкцию фильтра приходится усложнять. Дело в том, что, когда воды уходят в песчаный или супесчаный грунт, они дополнительно фильтруются, просачиваясь к грунтовым водам.

Поэтому на водоупорных грунтах приходится заботиться о том, чтобы уже на выходе из фильтра сточные воды были достаточно очищены — рассчитывать на фильтрацию в грунте не приходится. Такой фильтр делают в виде трехслойного пирога: сверху — сеть оросительных труб, ниже — повторяющая ее контуры сеть дренажных труб, а между ними — метровой толщины фильтрующая песчано-гравийная начинка.

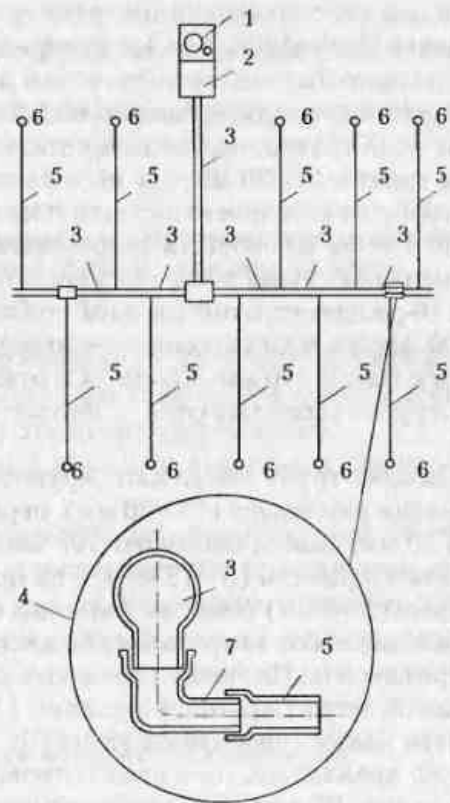


Рис. 68. Сеть подземной фильтрации с подсоединением оросительных труб с помощью тройников:
1 — септик; 2 — дозирующая камера; 3 — коллекторная труба (с одним распределительным колодцем); 4 — тройник; 5 — оросительная труба; 6 — вытяжка; 7 — угольник.

Оросительная сеть распределяет сточные воды по всей площади фильтрующего слоя, а дренажные трубы собирают отфильтрованные воды.

Конструктивно такие песчано-гравийные фильтры устраивают либо в виде сети (коллектор с поперечными трубами), либо в виде длинной траншеи. Выбор зависит от конфигурации подходящих незанятых площадей на участке.

Линейный песчано-гравийный фильтр устраивают в виде траншеи глубиной около 3 м и шириной 0,5 м. Дно траншеи должно быть ниже выпускного лотка септика или дозирующей камеры примерно на 1,5 м. На дно укладывают слой гравия, щебня или котельного шлака с размером гранул 15–30 мм. На него укладывают дренажную трубу из асбоцементных или пластиковых труб диаметром 100 мм с боковыми водоприемными окнами. В асбоцементных трубах такие окна представляют собой пропилы 10-миллиметровой ширины глубиной 20 мм и с шагом 100 мм, а в пластмассовых — отверстия диаметром 10 мм с шагом 100 мм. Пропилы и отверстия по обе стороны трубы располагаются в шахматном порядке (рис. 69).

Дренажную трубу засыпают крупной фракцией щебня, гравия или шлака (15–30 мм), перекрывая верх трубы на 50 мм, поверх насыпают 100-миллиметровый слой средней фракции (5–15 мм), а на него слой мелкой фракции (2–5 мм) такой же толщины (100 мм). Поверх щебня засыпают метровый слой песка (крупно- и среднезернистого). По песку снова выкладывают щебень (гравий, шлак) крупной фракции (15–30 мм) и уже на него кладут оросительную трубу, устроенную аналогично дренажной, но с ориентированными вниз окнами (см. рис. 67 а, б). Эту трубу засыпают той же засыпкой крупной фракции (на 50 мм над верхом трубы). Остается накрыть засыпку слоем рубероида или гидроизола и засыпать грунтом, установив предварительно вытяжные стояки (из 100-миллиметровой асбоцементной трубы, возвышающейся на 0,5–0,7 м над землей и

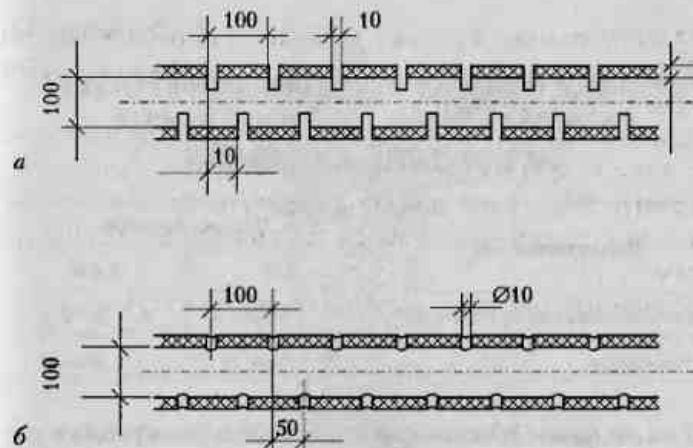


Рис. 69. Конструкция окон в дренажных трубах (размеры в мм): а — асбоцементная труба; б — пластиковая труба.

прикрытой флюгаркой). Вытяжка должна быть установлена в начале дренажной и в конце оросительной труб (по ходу движения сточных вод).

Поперечный разрез фильтрующей траншеи показан на рис. 70.

Длина фильтрующей траншеи зависит от объема сточных вод и составляет 100 л/сутки на 1 метр трубы (для «серых» вод — 150 л/сутки), например, 5 м для расхода 0,5 м³/сутки (2–3 чел.) и 10 м для расхода 1 м³/сутки (4–5 чел.).

Дезинфекция и сброс сточных вод

Очищенную воду, поскольку в грунт она не уходит, приходится далее отводить в водо-приемник или на рельеф (овраги, водоотводные канавы и так далее). Эта вода уже не представляет никакой опасности как источник заражения.

Таблица 10

ОСТАТОЧНОЕ СУММАРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ
ПРИМЕСЕЙ В СТОЧНЫХ ВОДАХ ПОСЛЕ ОЧИСТКИ
ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНЫМ ФИЛЬТРОМ

Вид сточных вод	Высота фильтра	
	1 м	1,5 м
При пользовании туалетом	12 – 15 мг/л	8 – 10 мг/л
«Серые» воды	8 – 10 мг/л	4 – 6 мг/л

Тем не менее обычно санитарные и водоохранные органы требуют дополнительной дезинфекции воды путем хлорирования. С этой целью перед выпуском сточных вод устраивают небольшой колодец диаметром 0,5 м.

Глубина колодца около 3 метров. Его дно должно быть на 0,5 м ниже лотков подводящей и отводящей труб, при этом объем воды составит около 100 л. На дне колодца устраивают цементную стяжку по утрамбованному щебню, стенами служат железобетонные кольца. Сверху колодец прикрывают крышкой или люком.

Один хлорпатрон, опущенный в такой колодец, обеспечивает дезинфекцию воды в течение месяца.

Необходимо учитывать, что постоянный сброс воды с остаточным содержанием хлора в водоем может причинить вред водной растительности, рыбам и микроорганизмам. Поэтому по согласованию с органами санитарной охраны хлорирование сточных вод производится только в условиях повышенной эпидемиологической опасности, о чем эти органы предупреждают население.

На рис. 71 показана схема отвода сточной воды по цепочке: фильтрующая канава – дезинфекционный колодец – сброс на рельеф.

Осветленная сточная вода из септика или дозирующей камеры поступает в оросительную трубу, просачивается через слои фильтрующей засыпки и собирается дренажной трубой. Далее она поступает в дезинфекционный

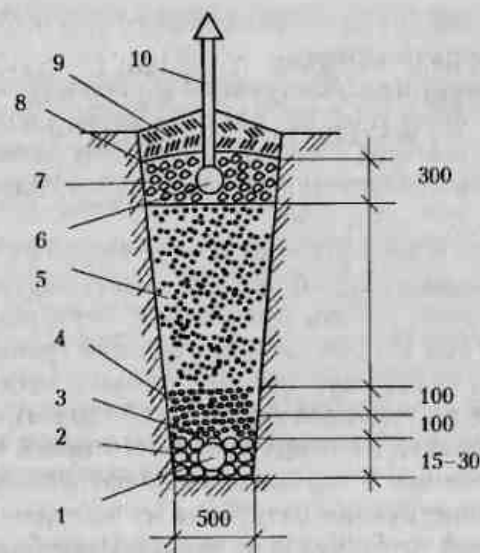


Рис. 70. Поперечный разрез фильтрующей траншеи (размеры в мм):

- 1 – дренажная труба; 2 – крупнозернистая засыпка;
3 – среднезернистая засыпка; 4 – мелкозернистая засыпка;
5 – слой песка; 6 – оросительная труба; 7 – крупнозернистая засыпка; 8 – гидроизоляция; 9 – грунт; 10 – вытяжной стояк.

колодец, где обеззараживается и сбрасывается в водоем или на рельеф. При сбросе воды на рельеф (в овраг или канаву) в месте падения струи устраивают каменную засышку, чтобы почва в этом месте не размывалась.

Коллекторный песчано-гравийный фильтр

Если размещение длинной фильтрующей траншеи на участке по каким-либо причинам затруднительно, можно устроить более компактный песчано-гравийный фильтр коллекторного типа. В этом случае и дренажную, и оросительную сеть устраивают наподобие миниатюрных полей подземной фильтрации – в виде горизонтальной распре-

делительной трубы и отходящих от нее в обе стороны патрубков с отверстиями.

Например, для фильтрации $1 \text{ м}^3/\text{сутки}$ (5–6 чел.) котлован под фильтр должен иметь размеры: длина 2,5 м (это длина коллектора) и ширина 2 м (чтобы разместить метровые рабочие патрубки по обе стороны коллектора; см. рис. 71).

Дно котлована располагают примерно на 1,5 м ниже лотка отводящей трубы септика (или дозирующей камеры). Дно имеет уклон к центральной части, равный 0,03.

Как и при устройстве фильтрующей траншеи, на дно котлована укладывают засыпку (гравий, щебень или котельный шлак) крупной фракции (15–30 мм), а на него — дренажную сеть, состоящую из коллекторной трубы и отходящих от нее 5 пар дренажных патрубков метровой длины. Конструкция патрубков из асбоцементной или пластиковой трубы видна из рис. 73. Патрубки подсоединяют к коллектору с помощью канализационных крестовин из чугуна. Расстояние между дренажными патрубками — 500 мм. Отверстия в них при сборке ориентируют в стороны.

Дренажную сеть засыпают той же фракцией щебня на 50 мм выше верха труб, затем двумя слоями — средней (5–15 мм) и мелкой (2–5 мм) фракции — по 100 мм вы-

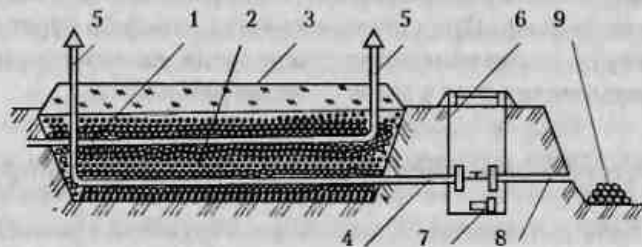


Рис. 71. Схема очистки сточных вод на водоупорных грунтах:

- 1 — оросительная труба; 2 — фильтрующий слой щебня и песка;
- 3 — грунт; 4 — дренажная труба; 5 — вентиляционные стояки;
- 6 — дезинфекционный колодец; 7 — хлорпатрон; 8 — труба сброса;
- 9 — каменистая насыпка.

сотой и метровым слоем крупно- и среднезернистого песка.

Затем, как и при устройстве фильтрующей траншеи, точно над дренажной сетью собирают оросительную сеть, состоящую из коллекторной трубы, чугунных крестовин и оросительных патрубков (см. рис. 72), ориентируя их отверстиями вниз. Оросительную сеть, подключенную коллектором к выходу септика (дозировочной камеры), засыпают сверху крупнозернистой фракцией, перекрывая трубы на 50 мм, затем укрывают рубероидом или гидроизолом и засыпают грунтом. В конце оросительного и в начале дренажного коллекторов устанавливают вентиляционные стояки из асбоцементной трубы с флюгаркой, выводя их на 0,5–0,7 м выше поверхности земли (чтобы зимой не засыпал снег).

Наземные фильтры

Самые большие проблемы возникают, когда высокий уровень грунтовых вод не позволяет заглубить фильтр в землю. На первый взгляд это непонятно: почему бы не устроить то же сооружение на поверхности? Дело вот в

Остаточная полная концентрация биопримесей в сточных водах после песчано-гравийного фильтра при высоте фильтрующего слоя 1 м составляет 12–15 мг/л, а при высоте фильтрующего слоя 1,5 м — 8–10 мг/л.

При очистке на песчано-гравийном фильтре «серых» сточных вод нагрузку (количество очищаемой воды) можно увеличить вдвое, при этом на выходе очистного сооружения сохраняются те же показатели содержания биопримесей.

чем; как видно из сказанного ранее, вся система канализации — от сантехнических приборов в доме до септика и фильтров — работает по принципу самотека сточных вод примерно на 1,5 м ниже поверхности земли. И на том же уровне, как уже говорилось, располагается коллектор или ввод оросительной системы в любом из описанных выше фильтров, будь то фильтрующий колодец и поля подземной фильтрации на водопроницаемых грунтах или фильтрующая траншея или распределенный песчано-гравийный фильтр. А поскольку в системе нет движущихся частей, кроме потока воды, она практически не нуждается в уходе — кроме ежегодной очистки септика.

Если же приходится устраивать наземный или полузаглубленный фильтр, то ввод оросительной трубы оказывается выше выпуска септика или дозирующей камеры, и эту проблему приходится решать путем подъема сточной воды на более высокий уровень посредством насоса.

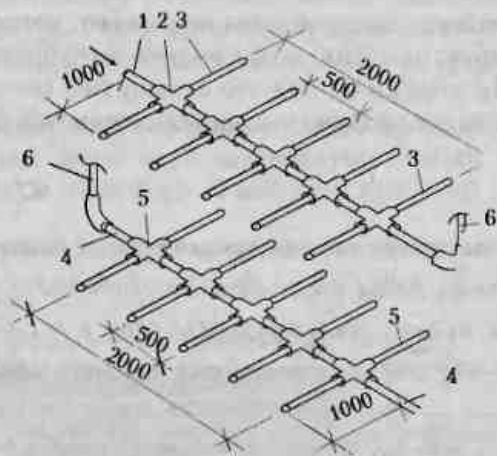


Рис. 72. Коллекторный песчано-гравийный фильтр (размеры в мм): 1 — верхний (оросительный) коллектор; 2 — чугунные канализационные крестовины; 3 — десять оросительных труб (асбоцементных или пластмассовых); 4 — дренажная коллекторная труба; 5 — десять дренажных патрубков; 6 — к вент. стояку.

Такая система автоматически становится менее надежной, она зависит от наличия электричества и так далее.

Неудобством является, конечно, и необходимость размещать на участке довольно громоздкое сооружение — наземный песчано-гравийный фильтр.

Конечно, первую проблему можно обойти, если поднять всю предыдущую часть системы: устроить наземный септик, поднять и утеплить канализационные трубы, а в доме всю сантехнику размещать только на втором этаже. Мысль, как говорится, интересная, но в результате вместо загородного дома мы получим коттедж, примыкающий к фабрике по переработке...

Конечно, в этом есть свое обаяние. Но можно не гордиться огород, а перекачивать сточные воды специальным насосом.

Фильтрующая кассета

Если грунт хоть немного проницаем, то устраивают фильтрующую кассету, через которую отфильтрованная вода уйдет в грунт.

Если же грунт водоупорный, то необходима фильтрующая насыпь с последующим сбросом воды в водоем или на рельеф.

Фильтрующая кассета может работать при коэффициенте фильтрации грунтов не менее 0,03 м/сутки. Эта цифра обозначает, что если в грунте вырыть шурф площадью 0,7—1 м², налить в него воду и накрыть крышкой с гидроизоляцией, то за сутки уровень воды понизится на 3 см.

За малую водопроницаемость грунта приходится платить увеличением площади фильтра.

Конструктивно фильтрующая кассета — это мелкий бассейн довольно большой (как видно из таблицы) площади, на дне которого уложен фильтрующей слой щебня. Сверху бассейн имеет перекрытие, защищенное слоем гидроизоляции и утепленное слоем грунта.

Вода подается в бассейн насосом, разливается по фильтрующему слою, постепенно уходит из него и просачивается сквозь суглинки к подземным водам.

Таблица 11

ПЛОЩАДЬ, ЗАНИМАЕМАЯ ФИЛЬТРОМ

Тип грунта	Расход сточных вод	
	0,5 м ³ /сутки (2 – 3 чел.)	1 м ³ /сутки (4 – 6 чел.)
Суглинистый	10 – 12 м ²	20 – 25 м ²
Глинистый	15 – 18 м ²	30 – 35 м ²

Нетрудно оценить площадь бассейна исходя из коэффициента фильтрации грунта.

Если для суглинков этот коэффициент равен 0,05 (с 1 м² уходит в грунт 50 л воды в сутки), то для приема 500 л (семья из 2–3 чел.) понадобится площадь 10 м², а для 1 тыс. л (4–6 чел.) – 20 м².

Для глинистых почв с коэффициентом фильтрации 0,03 соответствующие площади составят примерно 17 и 34 м². Необходимо учесть, что реальный коэффициент фильтрации грунта может несколько отличаться от среднего расчетного значения.

При сооружении фильтрующей кассеты сначала устраивают плоскую площадку на отметке выше уровня грунтовых вод, то есть либо отрывают неглубокий котлован, либо подсыпают грунт до нужного уровня.

Затем площадку засыпают фильтрующим слоем (гравий, щебень или шлак средней и мелкой фракции, то есть с размером зерна 2–10 мм) сначала на высоту 100 мм.

Затем на гравий устанавливают опоры под перекрытие в виде столбиков из кирпича-железняк или железобетонных фундаментных блоков высотой 400 мм. Столбики устанавливают параллельными рядами вдоль длинной стороны площадки, с зазором между ними 15–20 мм

для внутренних рядов. Расстояние между рядами составляет 1 м для перекрытия по деревянным балкам (жерди диаметром 8–10 см) и 3 м – для железобетонных плит (годятся и бракованные). После установки столбиков окончательно досыпают фильтрующий слой, общей толщиной 200 мм.

Рекомендуемые размеры площадок для фильтрующей кассеты приведены ниже (таблица 12), хотя, конечно, можно выбирать любую удобную конфигурацию площадки исходя из планировки участка.

Жерди для перекрытия должны быть ошкурены и уложены в виде наката, вплотную друг к другу.

Поверх жердей или железобетонных плит насыпают слой шлака высотой 0,15–0,2 м, укладывают рулонную гидроизоляцию и засыпают утепляющий слой грунта высотой 0,5–0,8 м.

Продольный разрез фильтрующей кассеты полузаглубленного типа показан на рис. 73.

Таблица 12

ПЛОЩАДЬ ФИЛЬТРУЮЩЕЙ КАССЕТЫ ДЛЯ РАЗНЫХ ГРУНТОВ

Площадь кассеты	Расход сточных вод, м ³ /сутки	Длина, м	Ширина, м	Число рядов опор
12 м ² (суглинки)	0,5	4	3	4
18 м ² (глины)	0,5	6	3	4
24 м ² (суглинки)	1,0	8	3	4
		6	4	5
36 м ² (глины)	1,0	12	3	4

Часть бассейна, куда выходит труба подачи сточных вод, отделена поперечной струеотбойной стенкой со щелями, благодаря чему образуется водораспределительная камера, обеспечивающая равномерную раздачу воды по ширине канала.

Над подающей трубой в перекрытии устраивают деревянную крышку (диаметром 0,5–0,7 м), защищенную сверху гидроизоляцией.

Как видно из рисунка, все устройство снабжено вентиляционным стояком (асбоцементная труба диаметром 100 мм) с флюгаркой наверху, поднимающаяся выше кассеты на 0,5–0,7 м. Вокруг насыпи устроен дренажный лоток шириной 200 и глубиной 300 мм для отвода осадков.

Наземные фильтры приходится устраивать на водопорных и полупроницаемых грунтах при высоком уровне грунтовых вод. Это самая неблагоприятная ситуация, потому и система очистки получится наиболее сложная. Одним из вариантов фильтра, размещенного выше отметок естественного рельефа, является фильтрующая насыпь. Ее применяют в глинистых грунтах, при высоком уровне грунтовых вод. Дренажные трубы должны располагаться как минимум на 1 м выше сточных вод, а высота фильтрующего слоя, как мы видели, составляет 1 м. Этими двумя условиями и определяется, будет ли фильтр

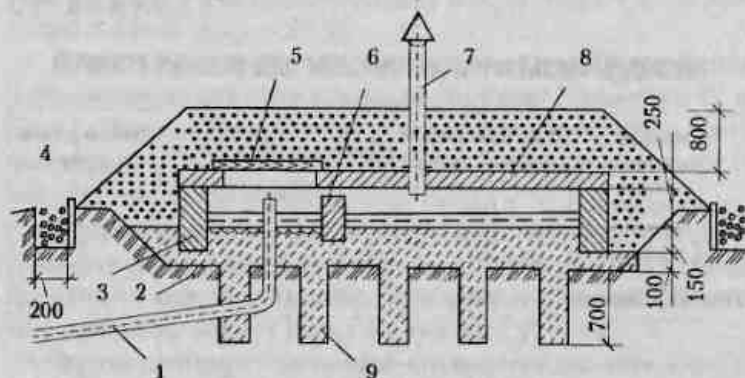


Рис. 73. Устройство фильтрующей кассеты (размеры в мм):
1 — подводный трубопровод сточных вод (от насоса);
2 — фильтрующая насыпь; 3 — опорные блоки; 4 — дренажный лоток вокруг насыпи; 5 — деревянная крышка; 6 — струеотбойная стяжка из столбиков, установленных с зазором 15–20 мм;
7 — вентиляционный стояк; 8 — перекрытие; 9 — фильтрующие колодцы.

частично заглублен в грунт или же его основание придется на нулевую отметку рельефа. Устройство насыпного фильтра ничем не отличается от устройства фильтрующей траншеи или коллекторного фильтра, описанных выше, но поскольку вся система (дренаж, песчано-гравийная засыпка, оросительная сеть) располагается частично или полностью над поверхностью земли, то стенкой надземной части фильтра служит земляная насыпь.

ПЕРЕКАЧКА СТОЧНЫХ ВОД

Если требуется подать сточные воды к оросительной трубе фильтрующего устройства, необходимо установить насос после септика или дозирующей камеры. Поскольку вода уже осветлена, можно использовать обычный водопроводный насос, центробежный или погружной.

Насос можно установить:

- в специальном небольшом колодце (металлическом или железобетонном), рассчитанном на емкость воды 40–60 литров и оборудованном прилавковым электродатчиком (например, типа РМ — 51), который обеспечивает периодическое включение насоса и подачу сточных вод к фильтру залповыми порциями. При использовании подкачки дозирующая камера не нужна;
- во второй камере двухкамерного септика.

Центробежный насос можно установить на перекрытии септика. На конце всасывающего патрубка следует установить сетчатый фильтр (ячейка 1 мм) на металлическом каркасе.

Погружной насос лучше целиком поместить в каркас, затянутый фильтрующей сеткой.

Иногда целесообразно установить насосную установку для перекачки полностью очищенных сточных вод (после фильтра). Например, можно использовать ее для полива растений.

Необходимость перекачки сточных вод может возникнуть и при их сбросе после очистки на фильтрующем уст-

ройстве, если рельеф не обеспечивает самотека. Зимой такие очищенные воды можно подавать насосом для намораживания на поверхность замерзшего водоема.

Такая насосная установка требует значительно большего объема накопительной камеры — 3–3,5 м³ и конструктивно выполняется как септик, только без выпускной трубы и с насосом. Дно камеры нужно сделать с уклоном 0,1 к месту расположения погружного насоса или заборного патрубка центробежного насоса. Уровень воды должен поддерживаться на 100 мм ниже лотка подводящей трубы.

Центробежный насос устанавливают на консоли, прикрепленной к стенке колодца, а заборный патрубок снабжают сетчатым фильтром (ячейка 1 мм). Погружной насос вывешивают на цепи или тросике ниже уровня воды, а фильтр в виде корзинки размещают на вводе сточных вод в емкость колодца. Колодец оборудуют вентиляционным стояком и поплавковым датчиком уровня со штангой, верхний конец которой показывает уровень воды и позволяет судить о переполнении и необходимости перекачки воды.

ДОМОВАЯ СЕТЬ

Задача внутренней канализационной сети — собрать и доставить к уличному трубопроводу сточные воды от всех сантехнических приборов. Умывальники, кухонные мойки, стиральные машины, ванны, душевые кабины и прочее подключают к фановым стоякам (или стояку) диаметром 50 мм. Подводку от прибора к стояку ведут фановой трубой того же диаметра с уклоном не менее 0,025 (25 мм на метр). На выпуске этих приборов устанавливают гидрозатвор (обычно в виде сифона), препятствующий проникновению запахов и газов из канализационной сети в помещение.

Унитаз со смывным бачком (ватер-клозет) подключают к фановому стояку диаметром 100 мм. Подводка ведется фановой трубой диаметром 100 мм с уклоном не бо-

лее 0,012 (12 мм на метр). Отметим, что канализационная труба от унитаза должна проходить или с указанным уклоном, или вертикально.

Этот уклон выбран с тем расчетом, чтобы сточные воды заполняли трубу по всей длине и уносили плотные фракции. Неоправданное увеличение уклона приведет к засору — вода будет стекать слишком быстро, не успевая наполнить трубу и смыть плотные фракции, которые осядут на стенках трубы.

Независимо от наличия ватер-клозета один стояк в доме должен иметь диаметр не менее 100 мм. Этот стояк предназначен для вентиляции сети и предотвращает срыв гидрозатворов.

Если планировка помещений позволяет, можно все сантехнические приборы подключить к этому стояку.

Все канализационные стояки сообщаются со сборным канализационным трубопроводом, который и выводит сточные воды из дома. Лучше всего прокладывать его под полом первого этажа (но можно и по полу, вдоль стены). Сборный трубопровод должен иметь диаметр 100 мм, его также прокладывают с уклоном 0,012 (12 мм на метр) в сторону выпуска из дома.

Вентиляционный стояк следует располагать как можно ближе к самой высокой точке сборного трубопровода и вместе с тем — рядом с дымоходом или стояком системы отопления. Это улучшит тягу. Вентстояк должен быть выведен на 700 мм над кровлей и снабжен дефлектором. Верхняя его часть, которая находится за пределами отапливаемых помещений, должна иметь диаметр 150 мм.

Все стояки на высоте 800–1000 мм от пола на каждом этаже оборудуют ревизией (люком для прочистки).

Выпуск трубопровода из дома также имеет диаметр 100 мм. В фундаменте дома или подвальной стене предусматривают окно 300 × 300 мм, в нем укладывают трубу выпуска так, чтобы зазор над ней составлял не менее 150 мм — иначе при осадке дома трубу может порвать. Отверстия заделывают глинобетоном (смесь мятой глины со щебнем).

Если в доме имеется гидроизолированный подвал (защищенный от высокого уровня грунтовых вод), окно выпуска устраивают в виде металлической гильзы диаметром не менее 250 мм и герметизируют зазор набивкой из каболки (просмоленной пряжи).

Канализационную домовую сеть прокладывают чугунными или пластмассовыми трубами с раструбом на одном конце, используя для соединений фитинги (фасонные части). Чугунные изделия в сочленениях конопатят каболкой или льняной пряжью и начеканивают влажным цементным раствором. В пластмассовых изделиях предусмотрены уплотнения резиновыми кольцами (или иные, в зависимости от типа труб).

ДВОРОВАЯ СЕТЬ

Дворовая сеть — это система канализационных труб, соединяющих выпуск из дома с очистными сооружениями — септиком, дозирующей камерой, фильтрующим устройством и так далее.

Можно использовать чугунные или пластмассовые раструбные канализационные трубы или асбоцементные безнапорные.

Стыки труб соединяют так:

- у чугунных труб — конопатят каболкой или просмоленной пряжью и зачеканивают влажным цементным раствором;
- у пластмассовых труб предусмотрено обжимное резиновое кольцо в раструбе, которое обеспечивает нужную герметизацию;
- у асбоцементных безнапорных труб используют асбоцементные муфты с резиновым уплотнением.

Как уже неоднократно говорилось, трубы, по которым движутся сточные воды, должны иметь уклон (понижение по ходу движения), обеспечивающий их самотек.

Уклон должен обеспечивать понижение трубы на 2 см с каждым метром, если же это невозможно — как мини-

мум 1,5 см на метр. Особенно следует остерегаться участков с обратным уклоном — они приводят к появлению карманов, где образуются чаще всего засоры и где остается застойная вода, которая зимой замерзает, перекрывая или сужая сечение трубы.

Для укладки труб отрывают траншею ниже глубины промерзания грунта, которая составляет примерно:

- 0,7 м — в южных районах;
- 0,9–1,2 м — в средней полосе;
- 1,5–1,8 м — в северных районах России.

Если при рытье траншей в грунте обнаруживаются порушенные участки, этот грунт выбирают, подсыпают песок и во влажном виде тщательно утрамбовывают.

В известняках и других непрочных грунтах на дно траншеи подсыпают песчаную подушку высотой 150 мм.

После укладки трубопровода желательно сначала укрыть его песком на 100 мм выше верха трубы с утрамбовкой пазух по обе стороны трубы, затем траншею засыпают местным грунтом, утрамбовывая каждый слой.

В продаже имеются биотуалеты различных конструкций отечественного и зарубежного производства. Биотуалет рассчитан на пользование семьей на 3—5 чел. Он состоит из стульчака с крышкой, камеры биоразложения, камеры пастеризации с ящиком для компоста и вентиляционного стояка с вентилятором. Избыток компоста пересыпается в выдвижной ящик, который следует периодически опорожнять.

Компост, образующийся в результате биоразложения исходного продукта, безопасен с санитарно-биологической точки зрения. Он может быть использован в качестве органического удобрения.

Желательно прокладывать траншею без поворотов. Если же планировка участка этого не допускает, в точках поворота (угол поворота не должен быть острым, т. е. менее 90°) приходится предусматривать смотровые колодцы. Смотровой колодец устраивают и у входа в септик, если он отстоит от дома более чем на 8 м.

Глубина смотрового колодца определяется глубиной залегания канализационного трубопровода. Его диаметр при глубине до 1,2 м должен быть не менее 700 мм, при большей глубине — 1000 мм в рабочей части, а над ней — перекрытие и цилиндрический лаз диаметром 700 мм. Можно устроить лаз в виде косоугольного конуса, выложив его из кирпича или использовав соответствующее железобетонное кольцо (под люком стена лаза должна быть вертикальной).

Смотровой колодец должен быть герметичен, поэтому швы между железобетонными кольцами заделывают цементным раствором и затирают. Если же стенку колодца выкладывают из красного кирпича-железняк (в полкирпича в сухих грунтах, в кирпич при наличии грунтовых вод или при глубине рабочей части колодца более 2 м) на цементном растворе, швы также затирают изнутри.

Стены колодца устанавливают на стяжке из бетона класса В 7,5.

Стяжка располагается на глубине прокладки трубы, для которой в ней устраивают лоток (в поворотном колодце — скругленный) радиусом 300 мм.

Вводы труб в колодец для обеспечения герметичности заделывают каболкой и влажным раствором.

При наличии грунтовых вод наружная поверхность колодца должна быть обмазана горячим битумом.

Лаз колодца перекрывают чугуном кругом (крышкой).



ОТОПЛЕНИЕ

МЫ ЕГО ТЕРЯЕМ

ГРЕЙТЕ ЗДЕСЬ

**ВОДЯНОЕ (ЖИДКОСТНОЕ)
ОТОПЛЕНИЕ**

**ЧИСТЫЕ ТРУБЫ,
ГОРЯЧИЕ РЕБРА**

СИСТЕМЫ ЦИРКУЛЯЦИИ

Нужно сразу сказать — разговор пойдет об отоплении зимнего дома. В летнем доме, понятное дело, проблем меньше. Можно сложить печку или камин, можно поставить в комнатах масляные электрические радиаторы или установить на стенах электроконвекторы, ведь подогрев нужен только в холодные весенние и осенние ночи и расход энергии относительно невелик. Ниже будет рассказано, как посчитать теплопотери дома при той или иной наружной температуре.

Другое дело — зимний дом. Тут придется взвесить, что выгоднее: основательно утеплить дом или не тратить на это, но зато, как говорится, обогревать атмосферу, то есть выбрасывать деньги на ветер в буквальном смысле слова.

Правильный подход:

- оценить теплопотери дома, максимально уменьшить их с помощью дополнительной теплоизоляции;
- грамотно расставить отопительные приборы (радиаторы или конвекторы).

МЫ ЕГО ТЕРЯЕМ

Если посмотреть на жилой дом через прибор ночного видения, можно увидеть, что называется, своими глазами, как он теряет тепло: через стены не очень сильно, через крышу еще меньше; сильные выбросы тепла идут через

окна; в землю тоже уходит тепло, хотя наш прибор этого не покажет.

От чего зависят эти тепловые потери?

- Они тем больше, чем больше разность температур в доме и на улице.
- Они тем меньше, чем выше теплозащитные свойства стены (или, как говорят, ограждающей поверхности). Стена сопротивляется утечке тепла, поэтому ее теплозащитные свойства оценивают величиной, называемой сопротивлением теплопередаче.

Сопротивление теплопередаче показывает, какое количество тепла уйдет через квадратный метр стены при определенном перепаде температур (или наоборот: какой перепад температур возникнет при прохождении заданного количества тепла через квадратный метр стены).

Формула проста, как закон Ома:

$$R_v = \frac{\Delta T}{q}$$

где q — это количество тепла, которое теряет квадратный метр ограждающей поверхности (стены, крыша и т. д.). Его измеряют в ваттах на квадратный метр ($\text{Вт}/\text{м}^2$); ΔT — это разница между температурой на улице и в комнате ($^{\circ}\text{C}$) и, наконец, R_T — это сопротивление теплопередаче.

$$\left(\frac{^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}/\text{м}^2} \text{ или } \frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{м}^2}{\text{Вт}} \right).$$

Подобно тому как электрическое сопротивление $R_{\text{э}}$ характеризует способность проводника препятствовать прохождению электрического тока, так и тепловое сопротивление R_T показывает, насколько поверхность, ограждающая жилой объем, препятствует утечке тепла наружу.

Эта аналогия неслучайная — законы прохождения тока/потока через вещество под действием разности потенциалов/разницы температур описываются математически одинаково.

Значение R_T для разных материалов (заданной толщины) можно взять из таблицы 14.

Таблица 14

СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Материал и толщина стены	Сопротивление теплопередаче R_T , $\frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{м}^2}{\text{Вт}}$
Кирпичная стена	
толщиной в 3 кирпича (79 см)	0,592
толщиной в 2,5 кирпича (67 см)	0,502
толщиной в 2 кирпича (54 см)	0,405
толщиной в 1 кирпич (25 см)	0,187
Сруб из бревен $\varnothing 25$	
$\varnothing 20$	0,440
Сруб из бруса	
толщиной 20 см	0,806
толщиной 10 см	0,353
Каркасная стена (доска+ +минвата+доска) 20 см	0,703
Стена из пенобетона 20 см	0,476
30 см	0,709
Штукатурка по кирпичу, бетону, пенобетону (2–3 см)	0,035
Потолочное (чердачное) перекрытие	1,43
Деревянные полы	1,85
Двойные деревянные двери	0,21

Если речь идет о многослойной стенке, то сопротивления слоев просто складывают (в точности, как в электрической цепи). Например, сопротивление стены из дерева, обложенного кирпичом, является суммой трех со-

противлений: кирпичной и деревянной стенки и воздушной прослойки между ними:

$$R_T(\text{сумм.}) = R_T(\text{дер.}) + R_T(\text{возд.}) + R_T(\text{кирп.}).$$

Однако у процесса теплопередачи есть кое-какие особенности.

Строго говоря, чтобы оценить тепловой поток через некоторую преграду (например, кирпичную стену), нужно рассматривать три слоя:

- сама стена;
- тонкая воздушная пленка, прилегающая к стене снаружи;
- такая же воздушная пленка внутри помещения.

В этой тонкой воздушной прослойке (пограничный слой) происходит резкий скачок от температуры стены до температуры окружающего воздуха (см. рис. 74), то есть она имеет свое сопротивление передаче тепла.

Поэтому на самом деле при утечке тепла через стену надо рассматривать полное тепловое сопротивление:

$$R_T(\text{полн.}) = R_T(\text{стен.}) + R_T(\text{внутр. погранслоя}) + R_T(\text{нар. погранслоя}).$$

Как узнать величину теплового сопротивления погранслоя? Это дело довольно сложное, тут важны такие вещи, как влажность воздуха и — самое главное — его движение. (Мы по себе хорошо ощущаем, насколько на ветру тепло уходит быстрее.)

К счастью, нас интересует не конкретное значение теплопотерь в данный момент, при данной влажности воздуха и силе ветра, а среднее — в самую морозную (ветреную) неделю в году. Поэтому в строительных справочниках указывают обычно тепловое сопротивление материала, рассчитанное с учетом влияния погранслоя (в первую очередь того, что снаружи). В частности, даются разные цифры для угловых помещений (там влияет завихрение воздуха, обтекающего дом) и неугловых, а также учитывается разная тепловая картина для помещений первого и верхнего (верхних) этажей.

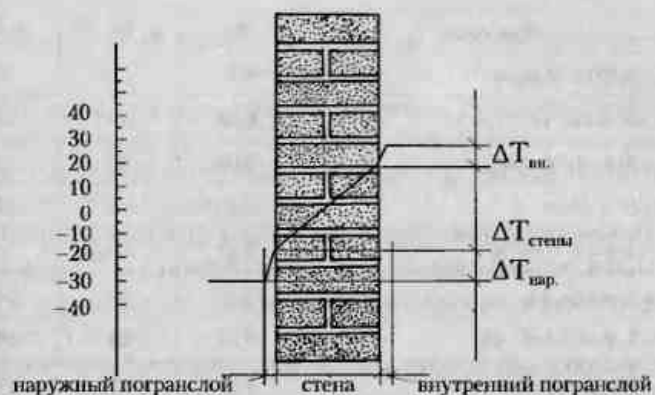


Рис. 74. Распределение температуры и пограничные слои воздуха при передаче тепла через стену.

Посмотрим, как влияет коэффициент сопротивления теплопередаче на унос тепла из комнаты на улицу.

Мы сделаем это на примере данных для окон разной конструкции (таблица 15), чтобы показать, как важен правильный выбор окна для теплозащиты жилья.

Таблица 15

ТЕПЛОВЫЕ ПОТЕРИ ОКОН РАЗЛИЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Тип окна	R_T	$q, \text{Вт/м}^2$	$Q, \text{Вт}$
Обычное окно с двойными рамами	0,37	135	216
Стеклопакет (толщина стекла 4 мм)			
4-16-4	0,32	156	250
4-Ar16-4	0,34	147	235
4-16-4K	0,53	94	151
4-Ar16-4K	0,59	85	136
Двухкамерный стеклопакет			
4-6-4-6-4	0,42	119	190

Тип окна	R_T	$q, \text{Вт/м}^2$	$Q, \text{Вт}$
4-Arg-4-Arg-4	0,44	114	182
4-6-4-6-4K	0,53	94	151
4-Arg-4-Arg-4K	0,60	83	133
4-8-4-8-4	0,45	111	178
4-Arg-4-Arg-4	0,47	106	170
4-8-4-8-4K	0,55	91	146
4-Arg-4-Arg-4K	0,67	81	131
4-10-4-10-4	0,47	106	170
4-Arg-4-Arg-4	0,49	102	163
4-10-4-10-4K	0,58	86	138
4-Arg-4-Arg-4K	0,65	77	123
4-12-4-12-4	0,49	102	163
4-Arg-4-Arg-4	0,52	96	154
4-12-4-12-4K	0,61	82	131
4-Arg-4-Arg-4K	0,68	73	117
4-16-4-16-4	0,52	96	154
4-Arg-4-Arg-4	0,55	91	146
4-16-4-16-4K	0,65	77	123
4-Arg-4-Arg-4K	0,72	69	111

Примечание. Четные цифры в условном обозначении стеклопакета означают воздушный зазор в мм;

символ Arg означает, что зазор заполнен не воздухом, а аргоном;

литера К означает, что наружное стекло имеет специальное прозрачное теплозащитное покрытие.

Выпишем коэффициент сопротивления теплопередаче и рядом — тепловые потери через окно (при температуре в комнате $+20^\circ\text{C}$, а на улице -30°C). Возьмем размеры окна $1,0 \times 1,6$ м. Напомним, что теплотери считаются так:

$$R_T = \frac{\Delta T}{q}$$

Как видно из таблицы, современные стеклопакеты позволяют уменьшить теплопотери окна почти в два раза. Для десяти окон экономия достигнет киловатта, что в месяц дает 720 киловатт-часов!

Попробуем применить все эти сведения к конкретным примерам — для оценки тепловых потерь комнат, находящихся в разных условиях (с точки зрения влияния наружных условий).

В расчетах удельных тепловых потерь (на 1 кв. м поверхности) участвуют две величины:

- перепад температур ΔT ;
- сопротивление теплопередаче R_T .

Температура в помещении обычно считается равной 20°C .

В качестве наружной температуры берут среднюю температуру самой холодной недели в году для данной местности (например, -30°C , тогда $\Delta T = 50^\circ\text{C}$). Коэффициент R_T различных материалов и толщины ограждающей поверхности дан в таблице 14.

Пусть $R_T = 0,806$ (стена из бруса толщиной 20 см). Количество тепла, теряемое квадратным метром, получим, разделив ΔT на R_T , то есть

$$50/0,806 = 62 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

Современные строительные материалы обладают более высоким термическим сопротивлением, чем материалы традиционные. Это позволяет делать стены тоньше, а значит, дешевле и легче. Все это хорошо, но у тонких стен меньше теплоемкость, то есть они хуже запасают тепло. Топить приходится постоянно — стены быстро нагреваются и быстро выстывают. Зато в старых домах и жарким летним днем прохладно — оставшие за ночь стены «нахотили холод».

Для того чтобы совсем упростить расчеты теплопотери, в строительных справочниках часто приводят теплопотери разного вида стен, перекрытий и т. д. для нескольких значений температуры зимнего воздуха.

Например, количество тепла, которое уходит наружу через нашу стену из бруса толщиной 20 см в 30-градусный мороз, составит $q = 1,24 \times 50 = 62 \text{ Вт/м}^2$.

Таблица 16

**УДЕЛЬНЫЕ ТЕПЛОПТЕРЫ ЭЛЕМЕНТОВ ОГРАЖДЕНИЯ ЗДАНИЯ
(НА 1 М² ПО ВНУТРЕННЕМУ КОНТУРУ СТЕН) В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ СРЕДНЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ САМОЙ ХОЛОДНОЙ НЕДЕЛИ В ГОДУ**

Характеристика ограждения	Наружная температура, °С	Теплопотери, Вт/м ²			
		Первый этаж		Верхний этаж	
		Угловая комната	Неугл. комната	Угловая комната	Неугл. комната
Стена в 2,5 кирпича (67 см) с внутр. штукатуркой	- 24	76	75	70	66
	- 26	83	81	75	71
	- 28	87	83	78	75
	- 30	89	85	80	76
Стена в 2 кирпича (54 см) с внутр. штукатуркой	- 24	91	90	82	79
	- 26	97	96	87	87
	- 28	102	101	91	89
	- 30	104	102	94	91
Рубленая стена (25 см) с внутр. обшивкой	- 24	61	60	55	52
	- 26	65	63	58	56
	- 28	67	66	61	58
	- 30	70	67	62	60

Характеристика ограждения	Наружная температура, °С	Теплопотери, Вт/м ²			
		Первый этаж		Верхний этаж	
		Угловая комната	Неугл. комната	Угловая комната	Неугл. комната
Рубленая стена (20 см) с внутр. обшивкой	- 24	76	76	69	66
	- 26	83	81	75	72
	- 28	87	84	78	75
	- 30	89	87	80	77
Стена из бруса (18 см) с внутр. обшивкой — 26	- 24	76	76	69	66
	83	81	75	72	
	- 28	87	84	78	75
	- 30	89	87	80	77
Стена из бруса (10 см) с внутр. обшивкой	- 24	87	85	78	76
	- 26	94	91	83	82
	- 28	98	96	87	85
	- 30	101	98	89	87
Каркасная стена (20 см) с керамзитовым заполнением	- 24	62	60	55	54
	- 26	65	63	58	56
	- 28	68	66	61	59
	- 30	71	69	63	62
Стена из пенобетона (20 см) с внутр. штукатуркой	- 24	92	89	87	80
	- 26	97	94	87	84
	- 28	101	98	90	88
	- 30	105	102	94	91

Примечание. Если за стеной находится наружное неотапливаемое помещение (сени, застекленная веранда и т. д.), то потери тепла через нее составляют 70% от расчетных, а если за этим неотапливаемым помещением не улица, а еще одно помещение наружу (например, сени, выходящие на веранду), то 40% от расчетного значения.

РАСЧЕТ ЭКОНОМИТ ДЕНЬГИ

Теперь рассмотрим пример расчета тепловых потерь комнаты с помощью таблиц теплопотерь.

I вариант (рис. 75 а)

Угловая комната площадью 18 м^2

Характеристики комнаты:

- этаж первый;
- площадь 16 м^2 ($5 \times 3,2$);
- высота потолка $2,75 \text{ м}$;
- наружных стен — две (угловая) (брус толщиной 18 см , обшит изнутри гипроком и оклеен обоями);
- окон — два (высота — $1,6 \text{ м}$, ширина — $1,0 \text{ м}$);
- полы — деревянные утепленные, снизу — подпол.

Рассчитаем площади теплоотдающих поверхностей.

Площадь наружных стен за вычетом окон:

$$S_1 = (5+3,2) \times 2,7 - 2 \times 1,0 \times 1,6 = 22,14 - 3,2 = 18,82 \text{ м}^2.$$

Площадь окон:

$$S_2 = 2 \times 1,0 \times 1,6 = 3,2 \text{ м}^2.$$

Площадь пола:

$$S_3 = 5 \times 3,2 = 16 \text{ м}^2.$$

Площадь потолка:

$$S_4 = 5 \times 3,2 = 16 \text{ м}^2.$$

Площадь внутренних перегородок в расчете не участвует, так как через них тепло не уходит, ведь по обе стороны перегородки температура одинакова.

Теперь оценим теплопотери каждой из поверхностей:

$$Q_1 = S_1 \times 62 = 18,82 \times 62 = 1177 \text{ Вт}$$

$$Q_2 = S_2 \times 135 = 3,2 \times 135 = 432 \text{ Вт}$$

$$Q_3 = S_3 \times 35 = 560 \text{ Вт}$$

$$Q_4 = S_4 \times 27 = 432 \text{ Вт}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 2600 \text{ Вт}.$$

Суммарные теплопотери комнаты $Q_a = 2600 \text{ Вт}$.

Заметим, что через окна, полы и потолок уходит примерно столько же тепла, сколько через стены.

Таблица 17

УДЕЛЬНЫЕ ТЕПЛОПТЕРИ ЭЛЕМЕНТОВ ОГРАЖДЕНИЯ ЗДАНИЯ
(НА 1 м^2 ПО ВНУТРЕННЕМУ КОНТУРУ СТЕН) В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ СРЕДНЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ САМОЙ ХОЛОДНОЙ НЕДЕЛИ В ГОДУ

Характеристика ограждения	Наружная температура, °С	Теплопотери, кВт/м ²
Окно с двойным остеклением	-24	117
	-26	126
	-28	131
	-30	135
Сплошные деревянные двери (двойные)	-24	204
	-26	219
	-28	228
	-30	234
Чердачное перекрытие	-24	30
	-26	33
	-28	34
	-30	35
Деревянные полы над подвалом	-24	22
	-26	25
	-28	26
	-30	26

Результат расчета ($2,6 \text{ кВт}$) показывает теплопотери комнаты в самые морозные дни года. Естественно, чем теплее на улице, тем меньше уйдет из комнаты тепла.

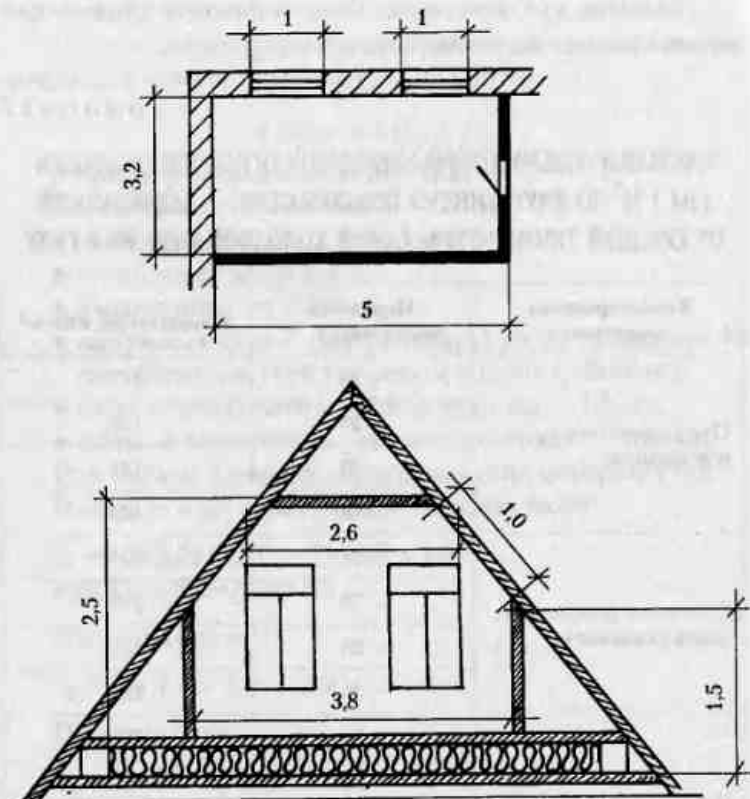


Рис. 75. К расчету теплопотерь комнаты (размеры в м):
 а — угловая комната (первый этаж); б — комната под крышей (мансарда).

II вариант (рис. 75 б)

Комната под крышей площадью 16 м^2 .

Характеристики комнаты:

- этаж верхний (помещение под крышей);
- площадь 16 м^2 ($3,8 \times 4,2$);
- высота потолка $2,4 \text{ м}$;

наружные стены — два ската крыши (шифер, обрешетка, 10 см утеплителя, вагонка) и фронтоны (брус толщиной 10 см , обшитый вагонкой);

окон — четыре (по два в каждом фронтоне), высотой $1,6$ и шириной $0,8$.

Расчетная наружная температура — 30°C .

Площадь торцевых стен (за вычетом окон):

$$S_1 = 2(3,8 \times 2,3 - 0,6 \times 0,8 - 2 \times 1,6 \times 0,8) = 2(8,74 - 0,48 - 2,56) = 2 \times 5,70 = 11,4 \text{ м}^2.$$

Площадь четырех окон:

$$S_2 = 4 \times 1,6 \times 0,8 = 5,12 \text{ м}^2.$$

Площадь скатов крыши, ограничивающих комнату:

$$S_3 = 2 \times 1,0 \times 4,2 = 8,4 \text{ м}^2.$$

Площадь боковых перегородок:

$$S_4 = 1,5 \times 4,2 + 1,5 \times 4,2 = 12,6 \text{ м}^2.$$

Площадь потолка:

$$S_5 = 2,6 \times 4,2 = 10,92 \text{ м}^2.$$

Теперь оценим тепловые потери этих поверхностей (через пол тепло не уходит — там теплое помещение).

$$Q_1 = S_1 \times 89 = 11,4 \times 89 = 1074,6 \text{ Вт}$$

$$Q_2 = S_2 \times 135 = 5,12 \times 135 = 1792 \text{ Вт}$$

$$Q_3 = S_3 \times 75 = 8,4 \times 75 = 630 \text{ Вт}$$

$$Q_4 = S_4 \times 55 \times 0,7 = 12,6 \times 89 \times 0,7 = 784,98 \text{ Вт}$$

$$Q_5 = S_5 \times 35 = 10,92 \times 35 = 382 \text{ Вт}.$$

Общие тепловые потери комнаты составляют $Q_{\Sigma} = 4664 \times 4700 \text{ Вт}$.

Заметим, что для стен и потолка мы считаем теплопотери по худшему варианту, то есть как для угловых помещений, а для потолка и продольных стен вводим 70-процентный коэффициент, так как за ними расположены неотапливаемые наружные помещения (чердак и пазухи).

Как видим, теплая комната первого этажа теряет (а значит, потребляет) почти в 2 раза меньше тепла, чем мансардная комната с тонкими стенками и большой площадью остекления.

Чтобы такое помещение сделать пригодным для зимнего проживания, нужно серьезно утеплять в первую

очередь торцевые стены и окна (через них уходит 60% тепла).

Таким образом, расчеты подобного типа для каждой комнаты дома покажут, где «слабое звено» и как его исключить с помощью дополнительной изоляции.

Может оказаться, что в таблицах, которыми мы воспользовались, нет данных для таких многослойных стен, какие получились в вашем доме после теплоизоляционных работ. Тогда придется просто суммировать тепловые сопротивления всех слоев, из которых состоит стена.

ГРЕЙТЕ ЗДЕСЬ

Мы уже знаем, сколько тепла требуется каждой комнате: очевидно, столько, сколько она теряет. (Понятно, что, когда на улице потеплеет, можно будет сократить обогрев комнаты.) Но дело не сводится к тому, чтобы подобрать тепловые приборы, нужно еще грамотно выбрать точки их размещения. Почему это важно?

Система отопления служит для повышения комфорта обитателей дома, поэтому она должна, как принято выражаться у компьютерщиков, иметь «дружественный интерфейс», то есть не создавать лишних проблем.

Как говорится, хорошего слугу не замечаешь, к нему не нужно приноравливаться.

Возьмем, к примеру, камин — признанный символ уюта. В памяти возникает традиционная картинка: джентльмен стоит спиной к камину, изящно раздвинув фалды сюртука, и беседует с дамой, лишенной такой возможности воспользоваться уютом.

Надо прямо сказать, что традиционный способ обогрева помещений печами и каминами при всем своем романтизме имеет один принципиальный изъян: неравномерное распределение тепла. Почему так происходит?

Дело в том, что тепло уходит из комнаты (или холод приходит в нее) через окна. Именно они являются слабым звеном в системе тепловой защиты жилого помеще-

ния. А восполняется это тепло источником, который, как правило, располагается у внутренней перегородки помещения. Это выгодно энергетически, ведь чуть ли не половина тепла печи или камина, будь они расположены у наружной стены, там, где окна, обогревала бы улицу. Кроме того, печь у внутренней стены, как правило, обогревает не одно, а два или три смежных помещения. Но выгода обогрывается дискомфортом — в помещении создается направленный поток тепла от печи к окну, возникает сквозняк, комната прогревается неравномерно.

Однако «недружественный интерфейс», присущий локальному, сконцентрированному в одном месте источнику тепла, можно превратить в «дружественный», если вынести его из жилой зоны (это будет, например, котел). Он передаст тепло компактным многочисленным радиаторам и позволит избежать описанного дискомфорта.

Для этого же радиаторы устанавливают в наиболее холодных точках — под окнами и у глухих наружных стен.

Заметим кстати, что такой прием — обогревать те места наружного ограждения какого-либо объема, где теплоизоляция не справляется, — называют *активной теплоизоляцией*. Окна — это и есть те места ограждения, где теплоизоляция не справляется, ведь теплопроницаемость окон ниже, чем стен.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА

Рассматривая проблему отопления (или теплозащиты) дома, мы поняли, как узнать, сколько тепла требуется каждой комнате в самые морозные дни года и где лучше всего поставить отопительные приборы, которые восполнят теплопотери.

Но есть еще один важный момент — эффективность радиатора. Будем считать, что эта эффективность стопроцентная, если радиатор отдает расчетную мощность в комнату. К этому и надо стремиться, но не всегда это получается.

Если мы обогреваем комнату радиатором водяного отопления, количество отдаваемого им тепла зависит от условий движения воздуха вокруг него. Ведь вода (или другой тепловой агент) нагревает поверхность радиатора, которая отдает тепло воздуху в комнате. Если радиатор находится в нише под окном и закрыт глухим декоративным экраном, воздух мало что у него возьмет, и горячая вода, равнодушная к вашим ошибкам, унесет свое тепло в другое помещение.

С другой стороны, если экрана нет, но радиатор слишком придвинут к стене, значительная часть тепла уйдет на нагрев этой стены, а значит — улицы.

Крепят радиаторы на некотором расстоянии от стены, чтобы обеспечить движение воздуха, отнимающего тепло у задней части радиатора.

Следует учитывать, что затрудненный доступ воздуха к радиатору уменьшает его эффективность.

Отметим, что всегда полезно между радиатором и стеной установить теплоотражающий экран, например, из

Если источник тепла (например, печь) удален от холодной наружной стены, горячий воздух будет подниматься от печи вверх, а холодный, наоборот, подходить к ней снизу. Получается, что, сколько ни грей, пол остается холодным. А вот когда радиатор установлен под окном, теплая завеса заставляет воздух подниматься к потолку и поверху двигаться в глубь помещения, остужая потолок, а не пол. Чтобы тепловые приборы не вызывали в комнате чрезмерного движения воздуха, создающего дискомфорт, они должны не только находиться в непосредственной близости к холодным стенам, но и покрывать как можно большую часть этих стен.

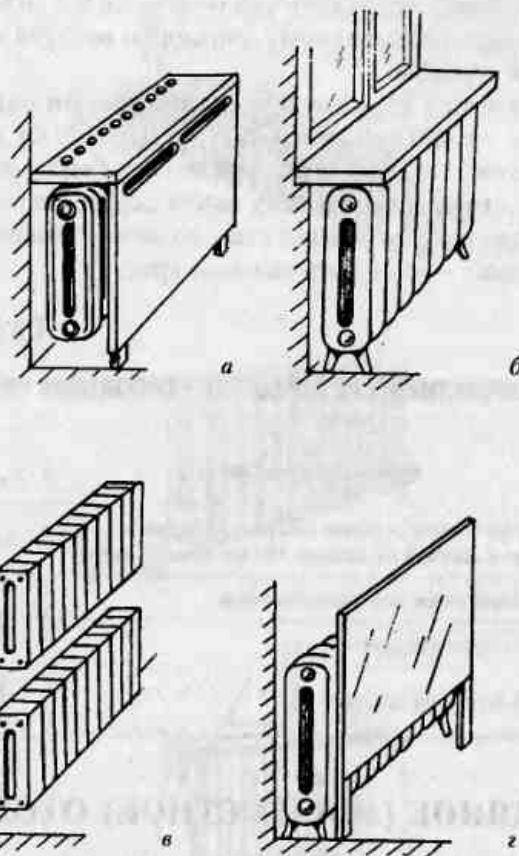


Рис. 76. Варианты крепления радиатора к стене: а — за глухим экраном; б — в нише; в — один над другим; г — за эффективным экраном.

металлизированной фольги — это увеличит количество отдаваемого комнате тепла.

На рис. 76 показана эффективность разных вариантов установки радиаторов.

Напротив, глухой экран перед батареей, поднятый над полом на четверть высоты батареи и совершенно откры-

тый сверху, позволяет увеличить на 5–10% теплосъем благодаря интенсивному движению воздуха между батареей и экраном.

Отметим еще, что при расположении радиатора под окном он должен иметь длину 70–85% от длины окна (при этом доступ к вентилям должен быть удобным).

Поэтому при широких окнах скорее всего понадобятся радиаторы малой высоты (но зато длинные), а при узких окнах — наоборот, высокие (рис. 77).

Таблица 18

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВАРИАНТОВ РАЗМЕЩЕНИЯ РАДИАТОРА

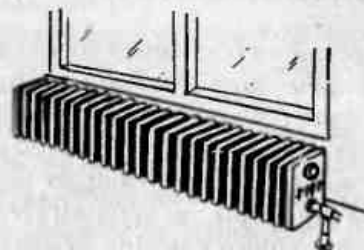
Способ размещения	Падение теплоотдачи
За декоративным экраном (закрывает радиатор спереди и сверху) со щелями 100 мм снизу и сверху	на 10–12%
В глубокой нише под подоконником	на 5%
Одна батарея над другой	на 5%
За эффективным экраном	Увеличение теплоотдачи на 5%

ВОДЯНОЕ (ЖИДКОСТНОЕ) ОТОПЛЕНИЕ

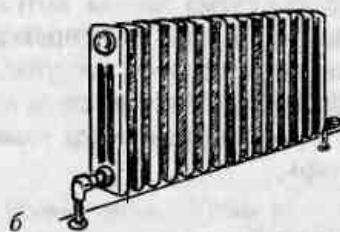
ВЫБОР
ОТОПИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Пора наконец определиться, что за отопительные приборы мы хотим ставить в комнатах, каков источник тепла. Выбор не так велик: воздух, вода (или другая жидкость) и электричество.

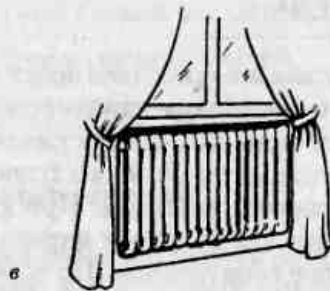
О воздухе мы поговорим отдельно. Обогрев дома с помощью системы электронагревателей — вещь довольно простая и в монтаже, и в эксплуатации, и поэтому все проблемы при ее использовании носят скорее экономиче-



a



б



в

Рис. 77. Размещение радиатора под широким (а) и узким (б) окнами и у глухой стены (в).

ский, чем технический характер (если у вас нет своего источника электроснабжения).

Здесь же поговорим о водяном отоплении, тем более что с ним и в городской квартире приходится сталкиваться — так что стоит разобраться.

ЦИРКУЛЯЦИОННЫЙ КОНТУР

Система водяного отопления содержит:

- отопительные приборы, нагреваемые проточной горячей водой (радиаторы, конвекторы);
- циркуляционный контур (систему трубопроводов, обеспечивающих циркуляцию воды через отопительные приборы, и вспомогательные элементы циркуляционного контура: вентили, расширительный бак, воздухоотборник и т. д.);
- источник горячей воды (котел).

Принципиальная схема такова: котел вырабатывает горячую воду, она по системе трубопроводов поступает в радиаторы, отдавая свое тепло, и поступает опять в котел; там она снова нагревается и так далее.

Все это вместе взятое называется «замкнутый циркуляционный контур».

НЕЗАМЕРЗАЮЩИЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЬ

На первый взгляд все предельно просто. А на самом деле? На самом деле при выборе каждого элемента этой системы есть над чем подумать. Вода остается непревзойденным теплоносителем не только по доступности, но и по теплофизическим характеристикам. При круглогодичном отоплении дома она как хладагент циркуляционного контура отопления вне конкуренции. Но если зимой дом какое-то время не отапливается, вода замерзнет и в силу ее уникального свойства расширяться при замерзании (к слову, подобной особенностью в природе обладают еще лишь висмут и чугун) разрушит элементы контура отопления.

Наилучшая замена воде в качестве хладагента — сорокаградусный раствор этилового спирта. Но эта жидкость тоже обладает уникальными свойствами, которые могут получить приоритет, — и система лишится теплоносителя.

Поэтому для систем отопления можно рекомендовать специально разработанную незамерзающую жидкость на

основе моноэтиленгликоля — отечественный теплоноситель Dixis или его аналоги.

В продаже имеются два варианта этой жидкости:

- Dixis-30 — готовый к употреблению антифриз с температурой замерзания — 30°С;
- Dixis-65 — концентрат, который разбавляют водой, получая антифризы с нужной температурой замерзания (кристаллизации) (таблица 19). Добавлять воды более половины не рекомендуется, так как антикоррозионные присадки становятся неэффективными и возможно образование коррозии, накипи и осадков.

Таблица 19

ТЕМПЕРАТУРА ЗАМЕРЗАНИЯ АНТИФРИЗА ПРИ РАЗНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ

Раствор: Dixis-65+вода	Количество частей Dixis- 65 в растворе на одну часть воды	Температура замерзания, °С
Dixis-20	1 часть (1/2 воды и 1/2 D-65)	- 20°
Dixis-30	2 части (1/3 воды, 2/3 D-65)	- 30°
Dixis-40	5 частей (1/6 воды, 5/6 D-65)	- 30°

Особенности применения

В рабочем диапазоне температур антифриз по сравнению с водой имеет в 3 — 5 раз большую вязкость и на 10 — 15% меньшую теплоемкость, поэтому расчетный расход циркуляционного насоса следует принимать на 10% больше, а расчетный напор — на 60% выше.

Теплоносители Dixis имеют коэффициент температурного расширения больше, чем вода, следовательно, колебания объема жидкости в циркуляционном контуре также будут большими, чем для воды. Поэтому при использовании этого теплоносителя устанавливать расширительный бак нужно в соответствии с таблицей 20.

Таблица 20

ВЫБОР ОБЪЕМА РАСШИРИТЕЛЬНОГО БАКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АНТИФРИЗА

Объем системы, л	Объем бака, л, не менее	
	для Dixis-30	для Dixis-65
до 115	24	35
от 115 до 350	50	80
от 350 до 550	80	100
от 550 до 800	100	150
от 800 до 1150	150	200
от 1150 до 1700	250	300
от 1700 до 2300	300	500

Для отопительных систем с электродкотлами рекомендуется проверить параметры циркуляционного насоса и при необходимости заменить его на более мощный.

Не рекомендуется использовать теплоносители Dixis в системах с котлами электродного типа.

Не рекомендуется заливать теплоносители Dixis в системы, изготовленные из оцинкованных труб, так как водогликолевая смесь при взаимодействии с цинком образует чрезвычайно объемистые осадки, которые могут практически полностью перекрыть сечение труб и в результате блокировать работу системы.

Подготовка системы

Места соединений в системах следует уплотнять прокладками из стандартной резины, паронита, тефлона или льном с таким герметиком, который устойчив к этиленгликолю (например, «Гермесил» или «АВПО»). В связи с высокой текучестью этиленгликоля следует обратить особое внимание на качество монтажа.

Перед заливкой теплоносителя в новую систему отопления или кондиционирования следует произвести гидротестирование и проверить ее работу при положительной температуре на воде, а при отрицательной — на Dixis. При обнаружении негерметичности слить жидкость, устранить протечки и вновь испытать.

Перед заливкой теплоносителя в старую систему необходимо предварительно ее промыть жидкостью для очистки поверхностей Dixis-lux или другим аналогичным моющим раствором.

Запуск системы

Для систем с естественной циркуляцией рекомендуется разбавить Dixis-65 до заливки в контур.

При наличии принудительной циркуляции можно разбавлять Dixis-65 прямо в системе, для чего надо залить часть необходимого количества воды, затем антифриз и добавить оставшуюся воду.

Для более быстрого удаления пузырьков воздуха из теплоносителя рекомендуется после заполнения системы выдержать ее без давления в течение 2 — 3 часов.

Запуск и разогрев системы отопления при температуре ниже 0°C необходимо производить в несколько этапов, установив предварительно регулятор температуры на котле в минимальное положение.

Чем больше поверхность тепловых приборов, тем равномернее они распределены по помещению, тем меньше будет воздушного движения, т.е. сквозняков.

Теплые полы или тепловые панели большой площади, укрепленные на стенах, решают эту задачу лучше всех.

ЧИСТЫЕ ТРУБЫ, ГОРЯЧИЕ РЕБРА

Чистые трубы понадобятся потом, чтобы связать радиаторы, установленные там, где требуется, в единую систему отопления. Осталось приобрести радиаторы. Как выбрать места установки радиаторов в комнате и определить их общую мощность с учетом эффективности, мы уже знаем. Что предлагает отечественная промышленность?

ЧУГУННЫЕ СЕКЦИОННЫЕ РАДИАТОРЫ, ИЛИ РАДИАТОРНЫЕ БАТАРЕИ

Чугунные радиаторы

Ниже (рис. 78) приведены размеры и технические параметры одной секции отечественных радиаторов серии М-140, М-90 и РД-90.

Таблица 21

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ЧУГУННЫЕ СЕКЦИОННЫЕ РАДИАТОРЫ

Тип радиатора	Габариты, мм				Поверхность нагрева, м ²	Теплоотдача, Вт м ² (90/20°С)
	Межосевая высота	Ширина секции	Глубина	Высота		
М-140-АО	500	96	140	582	0,299	175
М-140-АО-300	300	96	140	382	0,17	108
М-140	500	140	140	582	0,254	155
М-90	500	96	140	582	0,2	130
РД-90с	500	96	140	582	0,203	137

Чугунные секционные радиаторы выпускаются многими зарубежными фирмами.

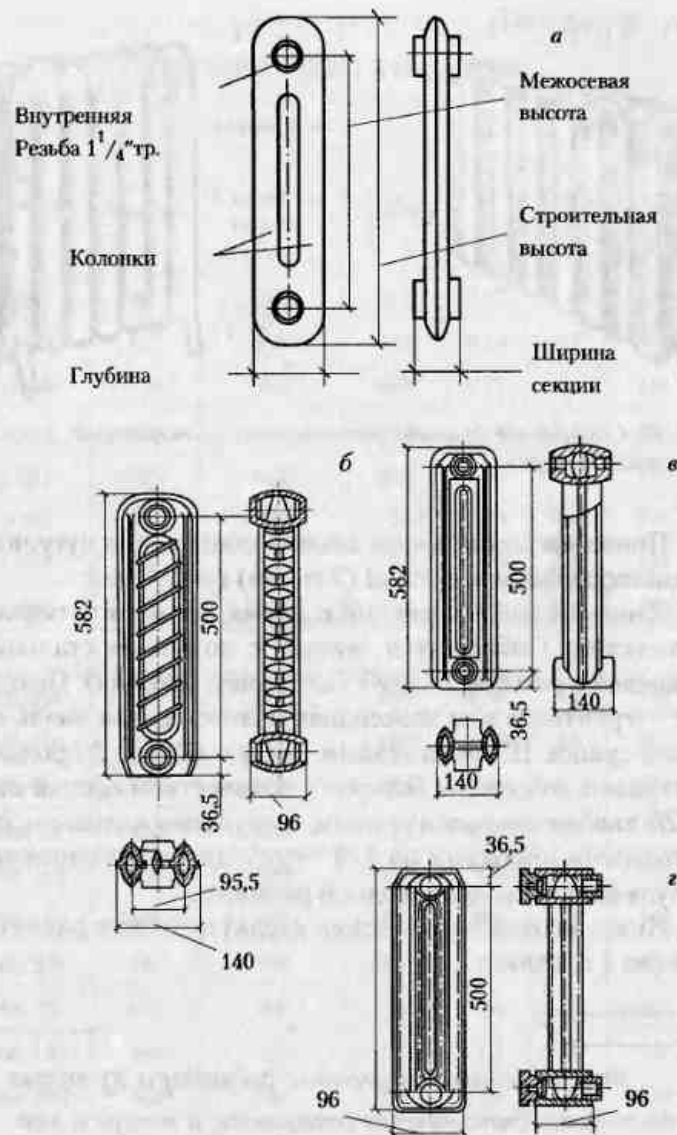


Рис. 78. Секция чугунного радиатора (размеры в мм): а — схема с обозначениями; б — радиатор М-140; в — радиатор М-90; з — радиатор РД-90.

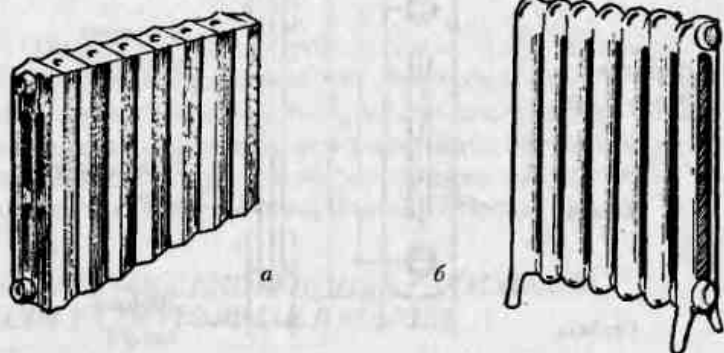


Рис. 79. Секционные чугунные радиаторы: а — секционный; б — стиль «ретро».

Приведем для примера данные секционных чугунных радиаторов фирмы Demrad (Турция) (рис. 79).

Имеются модели секций с двумя, тремя и четырьмя колонками. Собираются секции с помощью стальных нишпелей с резьбой 1" труб. (дюймовая трубная). Покрытие — грунтовка или эпоксидная полиэфирная эмаль горячей сушки. Ширина секции (шаг) — 60 мм. В продажу поступают собранные батареи с количеством секций от 2 до 20, снабженные заглушками, воздушным клапаном, переходными пробками на 1/2" труб. для подсоединения полудюймовой водопроводной разводки.

Ниже даются технические характеристики радиаторов (на 1 секцию).

Традиционные секционные радиаторы из чугуна постепенно вытесняются стальными, а теперь и алюминиевыми. Хотя в старинном чугуне есть свое очарование и ощущение надежности.

Таблица 22

СЕКЦИОННЫЕ РАДИАТОРЫ «DEM RAD»

Тип радиатора	Габариты, мм			Объем воды, л	Масса, кг	Теплоотдача Вт/м ² (90/20°С)
	Высота	Межосевая высота	Глубина			
2/813	885	813	62,4	0,75	5,15	128
3/350	422	350	98,2	0,58	3,7	91
3/500	572	500	98,2	0,72	4,8	124
3/623	695	623	98,2	0,80	5,5	144
3/813	885	813	98,2	1,10	7,05	175
4/500	572	500	134	0,85	6,15	148
4/613	693	623	134	1,09	7,25	190
4/813	883	813	134	1,32	8,95	223
200/250	280	200	250	0,88	4,7	118
350/160	430	350	160	0,72	5,0	116
350/220	430	350	220	1,0	5,9	152
500/70	580	500	070	0,48	3,3	82
500/110	580	500	170	0,8	4,6	113
500/160	580	500	160	0,9	5,8	154
500/220	580	500	220	1,1	7,8	196
900/70	980	900	70	0,8	4,8	140
900/160	980	900	160	1,3	9,8	248
900/220	980	900	220	1,8	12,4	313
4/65	600	500	144	0,85	5,3	144
4/75	700	602	146	0,97	5,9	166

Тип радиатора	Габариты, мм			Объем воды, л	Масса, кг	Теплоотдача Вт/м ² (90/20 °С)
	Высота	Межосевая высота	Глубина			
4/95	899	800	144	1,10	7,5	215
6/48	422	350	221	0,85	5,8	147
6/65	600	500	221	1,20	7,7	206

Как видим, выбор широк и позволяет в любой ситуации подобрать требуемое.

Имеется также специальная серия чугунных радиаторов старинного дизайна для любителей «ретро», поверхность которых покрыта литым рельефным узором, крайние секции снабжены изящными ножками.

Стальные секционные радиаторы

Стальные радиаторы легче чугунных, они менее инерционны: быстрее прогреваются и быстрее изменяют температуру при регулировке. В таблице 23 даны примерные параметры стальных секционных радиаторов (Arbonia, Германия).

Таблица 23

СТАЛЬНЫЕ СЕКЦИОННЫЕ РАДИАТОРЫ

Тип радиатора	Габариты, мм			Теплоотдача одной секции Вт/м ² (90/20 °С)
	Высота	Межосевая высота	Глубина	
3057	570	500	105	90
3050	500	430	105	84
3037	370	300	105	59
2057	570	500	65	67

Алюминиевые секционные радиаторы

Устройство радиаторов (рис. 80), принципиально не отличающихся от чугунных, несмотря на другой дизайн, обеспечивает циркуляцию теплоносителя внутри алюминиевых ребер (алюминий имеет теплопроводность значительно большую, чем сталь или чугун), поэтому температурный перепад от теплоносителя к наружной поверхности минимален.

Соединение секций обеспечивается наружной муфтой, поэтому в местах соединения нет сужения канала, следовательно, нет застойных зон и засорений.

Простота монтажа и обслуживания обеспечены продуманной конструкцией. Прочность рассчитана на давление до 70 атм.

ПАНЕЛЬНЫЕ РАДИАТОРЫ— КОНВЕКТОРЫ

Стальные панельные радиаторы отечественного производства

Наиболее распространена конструкция радиатора в виде двух штампованных стальных листов, сваренных по торцу. Канавки, отштампованные в листах, образуют горизонтальные коллекторы и вертикальные колонки.

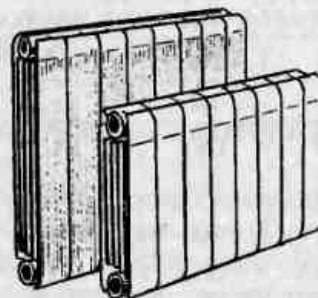


Рис. 80. Алюминиевый радиатор.

Панельные радиаторы были разработаны в 60-х годах XX века, чтобы заменить чугунные секционные, которые тяжелее примерно в 2,5 раза, дольше разогреваются, менее эффективны (при той же температуре воды их поверхность холоднее) и неудобны с точки зрения очистки от пыли. Однако у панельных радиаторов той же ширины и высоты площадь теплоотдачи намного меньше, чем у чугунного, поэтому их приходится спаривать (делать двухрядными с зазором 40 мм). Интересно, что одним из существенных недостатков чугунных радиаторов считалась их неэстетичность, соответственно стальные панельные радиаторы наряду с экономией металла призваны были поднять эстетику на должный уровень. Увы, вкусы меняются, и сегодня многие предпочитают именно чугунные радиаторы (что подтверждается и наличием импортных чугунных радиаторов высокого дизайна). Впрочем, снятые после эксплуатации панельные радиаторы оказались востребованы в качестве обшивки водоотводных садовых канав.

В таблице 24 приведены технические характеристики стальных панельных радиаторов (если вы отдаете им предпочтение).

Таблица 24

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ПАНЕЛЬНЫЕ РАДИАТОРЫ

Тип радиатора	Высота, мм	Длина, мм	Поверхность нагрева, м ²	Эквивалентная пов-ть нагрева, м ²
Колончатые одиночные (МЗ)				
МЗ-500-1	500	518	0,64	0,83
МЗ-500-2	500	766	0,96	1,25
МЗ-500-3	500	952	1,2	1,56
МЗ-500-4	500	1262	1,6	2,08
МЗ-350-1	350	518	0,42	0,6
МЗ-350-2	350	766	0,64	0,89
МЗ-350-3	350	1014	0,83	1,16
МЗ-350-4	350	1262	1,062	1,49

Тип радиатора	Высота, мм	Длина, мм	Поверхность нагрева, м ²	Эквивалентная пов-ть нагрева, м ²
Колончатые спаренные (2МЗ)				
2МЗ-500-1	500	518	1,28	1,41
2МЗ-500-2	500	766	1,92	2,12
2МЗ-500-3	500	952	2,4	2,65
2МЗ-500-4	500	1262	3,2	3,5
2МЗ-350-1	350	518	0,85	1,01
2МЗ-350-2	350	766	1,27	1,52
2МЗ-350-3	350	1014	1,66	1,97
2МЗ-350-4	350	1262	2,12	2,52

Радиаторы-конвекторы

Это современный вариант стального панельного колончатого радиатора, теплоотдача которого существенно улучшена за счет добавления гофрированной пластины, которая работает как оребрение стальной панели, существенно увеличивая ее поверхность. Радиаторы-конвекторы выпускаются в самых разных исполнениях:

- одиночная панель с конвектором и без;
- спаренная панель с конвектором или двумя между панелями (рис. 82);
- тройная панель с двумя конвекторами.

Верхний и боковые торцы радиатора закрыты металлическими накладками, причем в верхней накладке имеются прорезы для прохода воздуха.

МЕДНО-АЛЮМИНИЕВЫЕ КОНВЕКТОРЫ

Конвекторы конструктивно представляют собой несколько рядов горизонтальных медных труб, соединенных в единую систему, снабженных оребрением в виде вертикальных алюминиевых пластин (рис. 82) и заключенных в металлический кожух.

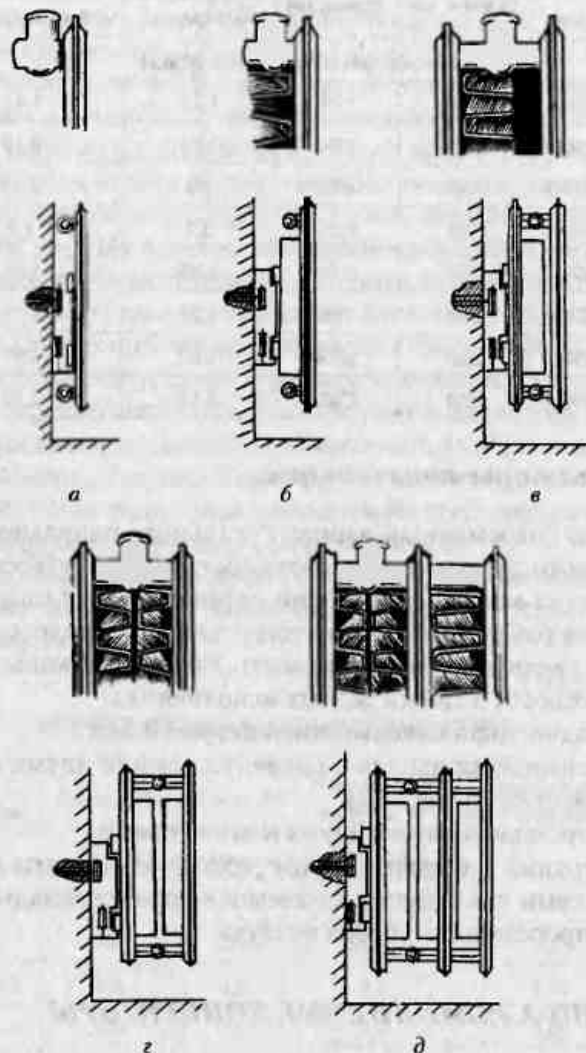


Рис. 81. Стальные конвекторные радиаторы:
 а — общий вид; б — тип 11 (радиатор-конвектор);
 в — тип 21 (радиатор-конвектор-радиатор); г — тип 22
 (радиатор-конвектор-конвектор-радиатор); д — тип 33
 (радиатор-конвектор-радиатор-конвектор-конвектор-радиатор).

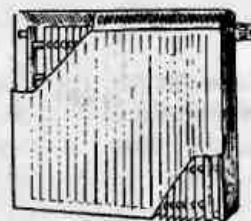


Рис. 82. Конструкция медно-алюминиевого конвектора:
 1 — медные трубы; 2 — алюминиевые ребра; 3 — элементы кожуха.

Таблица 25

РАДИАТОРЫ-КОНВЕКТОРЫ

Тип радиатора-конвектора	Габариты, мм			Масса, кг	Объем, л	Теплосъем Вт/м ² (90/20°С) с одного погонного метра
	Высота	Высота межкосевая	Глубина			
Ригто (Финляндия)						
11	300	248	60	—	—	650
	450	398	60	—	—	940
	600	548	60	—	—	1221
22	300	248	102	—	—	1149
	450	398	102	—	—	1642
	600	548	102	—	—	2115
Demrad (Турция)						
10	300	245	45	6,5	1,7	469
	400	345	45	9	2	613
	500	445	45	10,5	2,4	774
	600	545	45	12,5	2,8	893
	750	695	45	16	3,6	1084
	900	845	45	18,5	4	1297

Тип радиатора-конвектора	Габариты, мм			Масса, кг	Объем, л	Теплосъем Вт/м ² (90/20°С) с одного погонного метра
	Высота	Высота межосевая	Глубина			
11	300	245	49	10	1,7	803
	400	345	49	14	2	1027
	500	445	49	18	2,4	1203
	600	545	49	21,5	2,8	1407
	750	695	49	25,5	3,6	1722
	900	845	49	30	4	1971
21	300	245	68	16,5	3,4	1196
	400	345	68	22	4	1530
	500	445	68	27,5	4,8	1820
	600	545	68	32,5	5,6	2131
	750	695	68	41	7,2	2580
	900	845	68	48,5	8	2870
22	300	245	105	20	3,4	1592
	400	345	105	27	4	1980
	500	445	105	34,5	4,8	2298
	600	545	105	41,5	5,6	2780
	750	695	105	50,5	7,2	3286
	900	845	105	60	8	3680
33	300	245	160	30	5,1	2418
	400	345	160	40,5	6	2921
	500	445	160	51,5	7,2	3442
	600	545	160	62	8,4	3919
	750	695	160	76	10,8	4462
	900	845	160	90,5	12	4793

СИСТЕМЫ ЦИРКУЛЯЦИИ

Система циркуляции теплоносителя — это сеть труб, по которым горячая вода подводится к отопительным приборам и отводится от них. Этот циркуляционный контур содержит также вспомогательные элементы: вентили, расширительный бак и т. д.

Перечень элементов циркуляционного контура таков:

- котел;
- главный стояк (подающий стояк);
- разводящая магистраль;
- горячие стояки;
- обратные стояки;
- обратная магистраль;
- расширительный бак;
- сигнальная линия;
- запорные вентили.

Традиционно существуют различные схемы разводки воды по радиаторам:

- верхняя разводка и нижняя разводка;
- однотрубные системы (с подающим стояком) и двухтрубные (с подающим и обратным стояками);
- системы с горизонтальной разводкой;
- системы с попутным движением воды и тупиковые.

Рассмотрим назначение этих элементов на примере двухтрубной системы. Она существует в двух вариантах. Самый простой из них — вариант с верхней разводкой воды (рис. 83).

ВЕРХНЯЯ РАЗВОДКА

Нагретая в котле вода поднимается по главному стояку и поступает в расширительный бак.

Расширительный бак находится в самой верхней точке системы и служит для того, чтобы давление в системе не зависело от объема и плотности воды. Для этого в расширительном баке предусмотрен достаточный объем над зеркалом воды, причем этот объем сообщается с атмосфе-

рой (через отверстия в крышке). Конструкция расширительного бака будет описана ниже.

Разводящая магистраль — это труба, по которой горячая вода поступает к горячим стоякам. Она должна иметь небольшой уклон по ходу движения воды. Горячие (подающие) стояки проходят через все этажи дома в непосредственной близости к радиаторам (как правило, в простенках между окнами).

Обратные стояки — это особенность двухтрубной системы. По ним через все этажи вода из радиаторов (охлажденная) поступает в обратную магистраль.

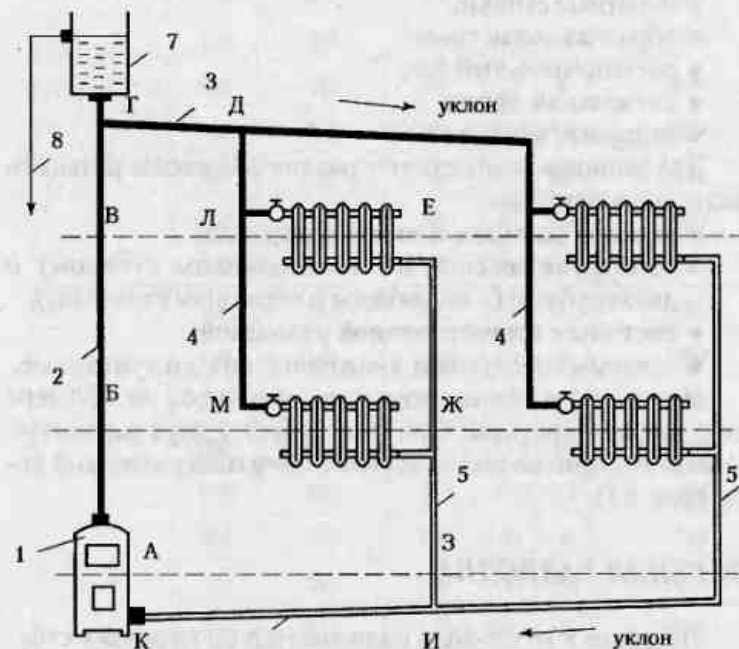


Рис. 83. Циркуляционный контур с верхней разводкой:
1 — котел; 2 — главный ствол; 3 — разводка; 4 — горячие стояки;
5 — обратные стояки; 6 — обратка; 7 — расширительный бак;
8 — сигнальная линия.

Обратная магистраль также имеет уклон по ходу движения воды и служит для сбора отработанной воды и подачи ее в отопительный котел.

Сигнальная линия — это вертикальная трубка, подключенная к патрубку, врезанному в расширительный бак чуть ниже уровня зеркала воды. Вода стекает по этой трубке в воронку, подключенную к сливу, причем трубка снабжена краном. Если при открывании крана вода не течет, то это сигнализирует о недостаточном количестве воды в системе.

Запорные вентили на входе горячей воды в радиатор позволяют регулировать расход горячей воды и тем самым температуру радиатора, а также отсекать его от системы для замены или ремонта.

Как при верхней, так и при нижней разводке горячая вода поднимается вверх и поступает в разводящие магистрали, а оттуда через подающие стояки в отопительные приборы. Отдав тепло в радиаторах, вода становится тяжелее и спускается самотеком через обратные стояки в обратную магистраль. Поступая в котел, она, будучи более плотной, вытесняет горячую воду вверх. Таким образом, разность плотности (и веса) столбов горячей и холодной воды и является источником напора.

Таблица 27

Плотность воды (г/л)	Температура воды (°С)
992,29	40
977,8	70
961,9	95

Проследим, как образуется этот напор (рис. 83). Выше верхней штриховой линии вода горячая (95°С). Ниже нижней штриховой линии отработанная вода имеет температуру 70°С.

На участке АВ (главный ствол) циркулирует горячая вода (95 °С), она еще не отдала тепла. На участке ЕЗ —

отработанная вода (70 °С). Эти два вертикальных столба АВ и ЕЗ имеют разный вес (он зависит от разности температур и высоты столбов), они-то и создают напор в кольце АБВГДЛЕЖЗИК, то есть в радиаторах верхнего этажа.

Для нижнего этажа (кольцо АБВГДЛМЖЗИК) напор создает разный вес столбов АВ и ЖЗ (столб ЕЖ в этом контуре не участвует). Разница температур воды и ее плотностей та же, а вот высота столбов меньше, чем для верхнего этажа.

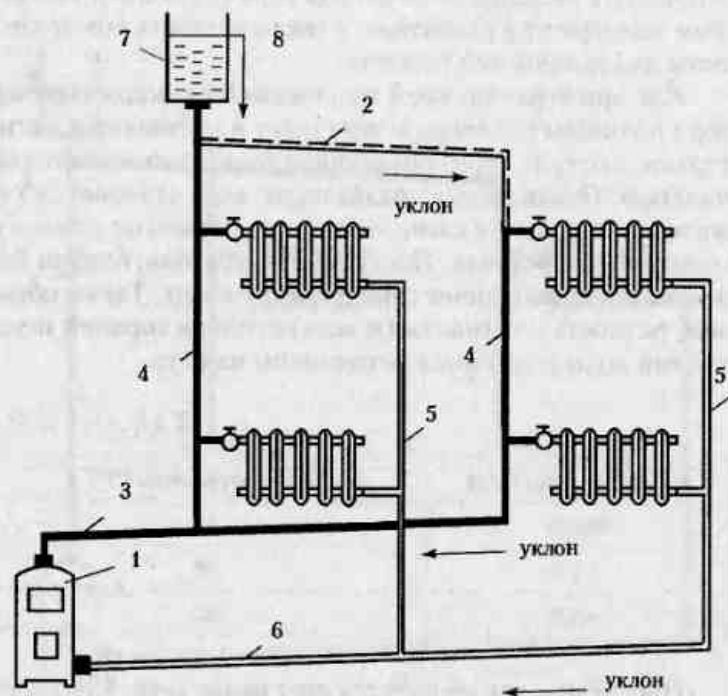


Рис. 84. Схема водяного отопления с естественной циркуляцией воды с нижней разводкой:

1 — котел; 2 — воздушная линия; 3 — разводка; 4 — горячие стояки; 5 — обратные стояки; 6 — обратка; 7 — расширительный бак; 8 — сигнальная линия.

НИЖНЯЯ РАЗВОДКА

При нижней разводке подающая магистраль, которая питает горячие (восходящие) стояки, располагается ниже жилого помещения (в подпольном канале или в подвале). Обратные стояки присоединяются к общей обратной магистрали, проложенной еще ниже. Кроме того, как видно из рисунка 84, схему дополняет верхняя воздушная линия, которая нужна, чтобы скапливающиеся в радиаторах воздушные пузыри могли удалиться в атмосферу через расширительный бак (или специальный бак — воздухосорбник).

Если рассмотреть схему с нижней разводкой, мы получим ту же картину: при двухтрубной системе радиаторы нижнего этажа работают хуже, так как для них напор воды мал. Приходится заглублять котел хотя бы на 3 м ниже этих радиаторов.

ОДНОТРУБНЫЕ СИСТЕМЫ

Рассмотренная выше двухтрубная система отчасти напоминает параллельное подключение приборов (например, лампочек) в электрической цепи — фазный провод подобен горячей линии. Если следовать этой аналогии, однотрубная система напоминает последовательную электрическую цепь: отработанная вода верхнего этажа поступает в качестве горячей в батарею этажа, расположенную ниже, и т. д. Таким образом, если в двухтрубной системе на всех этажах вода на входе в радиатор имела одну и ту же температуру (95 °С), но разный напор и скорость, то здесь при последовательном прохождении вода через все этажи течет с одной скоростью, а вот температура ее на верхнем этаже самая высокая, а чем ниже этаж, тем она ниже. Поэтому на нижних этажах приходится увеличивать площадь радиаторов. Можно частично исправить ситуацию, если у каждого радиатора поставить перемычку, чтобы часть горячей воды шла к нижнему этажу мимо радиатора, не остывая (рис. 85). Правда, эта маленькая хитрость не останется безнаказанной: напор и скорость циркуляции тут же

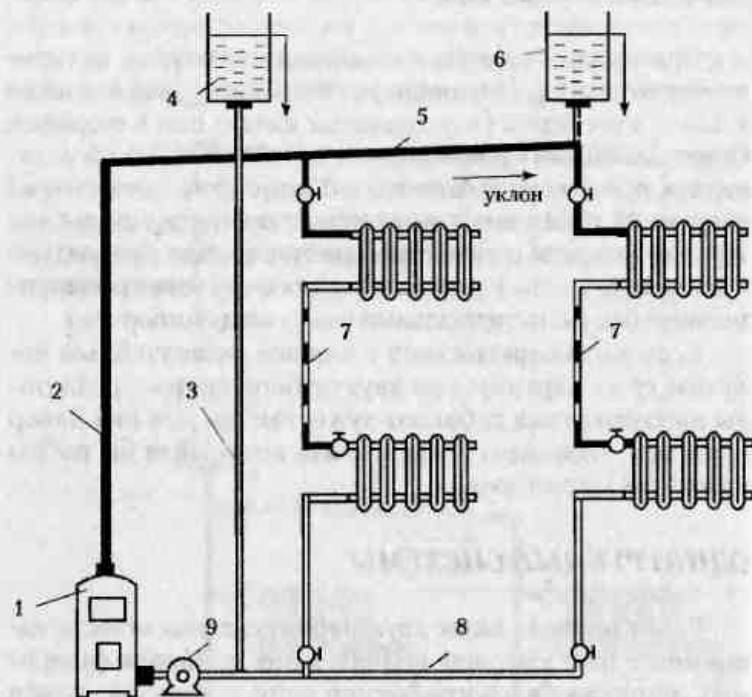


Рис. 85. Однотрубный циркуляционный контур:
 1 — котел; 2 — главный стояк; 3 — расширительная труба;
 4 — расширительный бак; 5 — верхняя разводка;
 6 — воздухоотборник; 7 — обратные стояки; 8 — обратная линия;
 9 — насос.

несколько упадут. Почему так? Представим себе, что запорные вентили всех радиаторов перекрыты и вода от верхней магистрали движется вниз по перемычкам, минуя радиаторы, то есть не остывая. И в подающем, и в опускном стояках столбы воды имеют одинаковую температуру и плотность. Напора нет. И наоборот, если убрать перемычки и пропускать воду последовательно через радиаторы, вода будет остывать и тяжелеть от радиатора к радиатору. У радиаторов нижнего этажа самая неблагоприятная

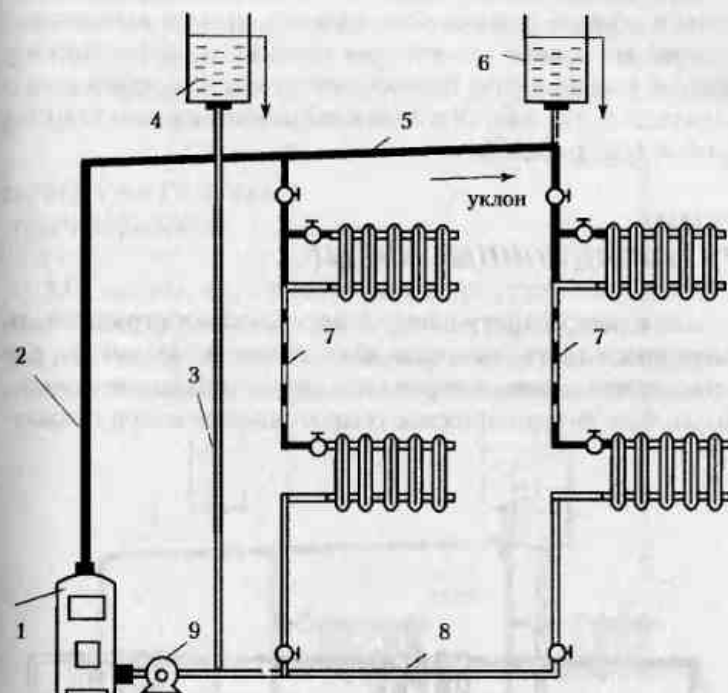


Рис. 86. Однотрубный циркуляционный контур с перемычками у радиаторов:
 1 — котел; 2 — главный стояк; 3 — расширительная труба;
 4 — расширительный бак; 5 — верхняя разводка; 6 — воздухоотборник;
 7 — обратные стояки; 8 — обратная линия; 9 — насос.

роль — тепла им достается меньше, а работы по созданию напора — столько же.

Отметим, что в однотрубных системах подъемный трубопровод следует защищать от теплопотерь, иначе снизится разность температур и напор. А вот опускные трубы утеплять не надо — остывая в них, вода становится тяжелее, что способствует увеличению напора.

Следует упомянуть однотрубные системы с горизонтальной проточной системой.

Все отопительные приборы каждого этажа объединены в общую линию. Система эта проста в монтаже, требует меньшего количества труб, не нужны стояки у каждой батареи. Но, к сожалению, она неудобна в эксплуатации, так как склонна к образованию воздушных пробок (см. рис. 87).

ДЛИНА ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ КОЛЕЦ

Если рассмотреть схему с несколькими стояками, то нетрудно видеть, что чем дальше стояк от котла, тем длиннее проходящее через него циркуляционное кольцо. Поскольку гидравлическое сопротивление колец окажет-

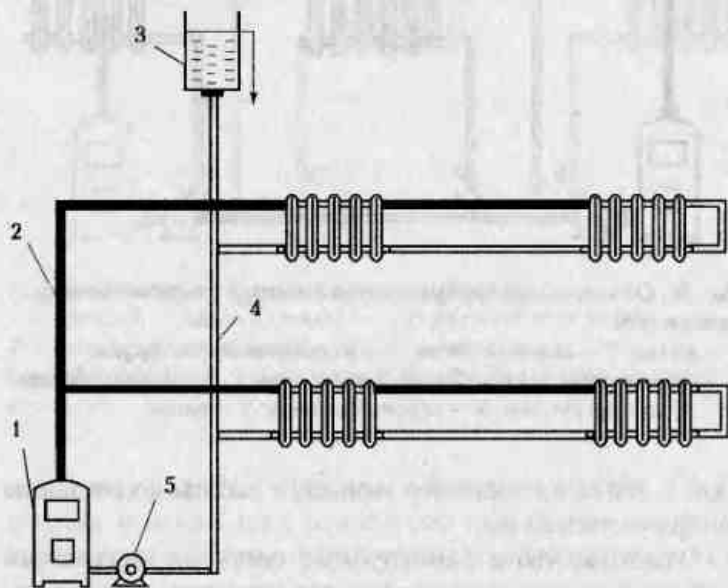


Рис. 87. Однотрубный контур с горизонтальной проточной системой:

1 — котел; 2 — главный стояк; 3 — расширительный бак;
4 — расширительная труба; 5 — насос.

ся также разным, ближние стояки получают преимущество в скорости протекания воды и количества тепла.

Избежать указанного недостатка можно с помощью так называемой схемы с попутным движением (рис. 88), где длина всех колец одинакова.

ПРИНУДИТЕЛЬНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ

Мы видим, что естественная циркуляция воды в системе плохо справляется в том случае, когда стояки с горячей и остывшей водой имеют малую высоту — напор тоже становится мал. Это существенно, например, для радиато-

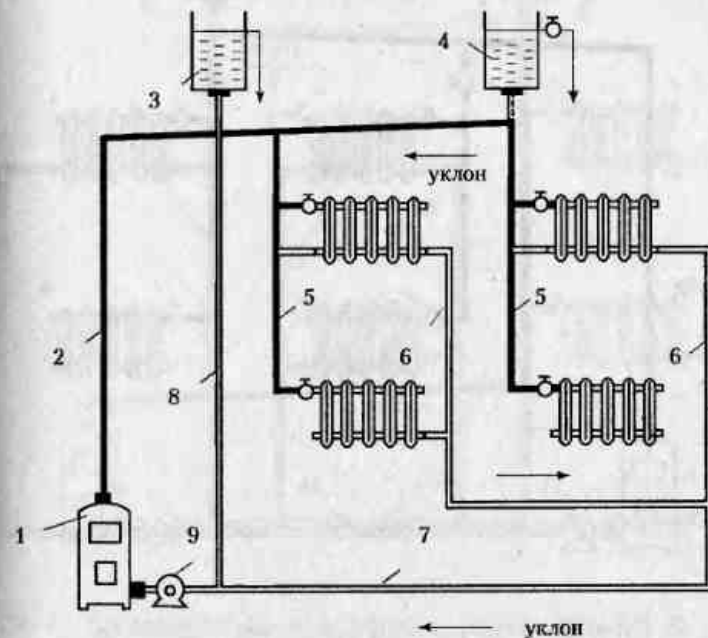


Рис. 88. Система водяного отопления с попутным движением воды:

1 — котел; 2 — главный стояк; 3 — расширительный бак;
4 — воздухоотборник; 5 — подающие стояки; 6 — обратные стояки;
7 — обратная линия; 8 — расширительная труба; 9 — насос.

ров первого этажа, если в доме нет подвала и котел находится на том же уровне, что и радиаторы.

В этой ситуации имеет смысл использовать циркуляционный насос, который и создает необходимый напор. Такой насос предпочтительно ставить в обратной магистрали, там, где вода охлаждена, — это увеличивает его срок службы.

Расширительный бак, как и насос, подключают к обратной магистрали, а к самой высокой точке разводки подключают воздухоотборник.

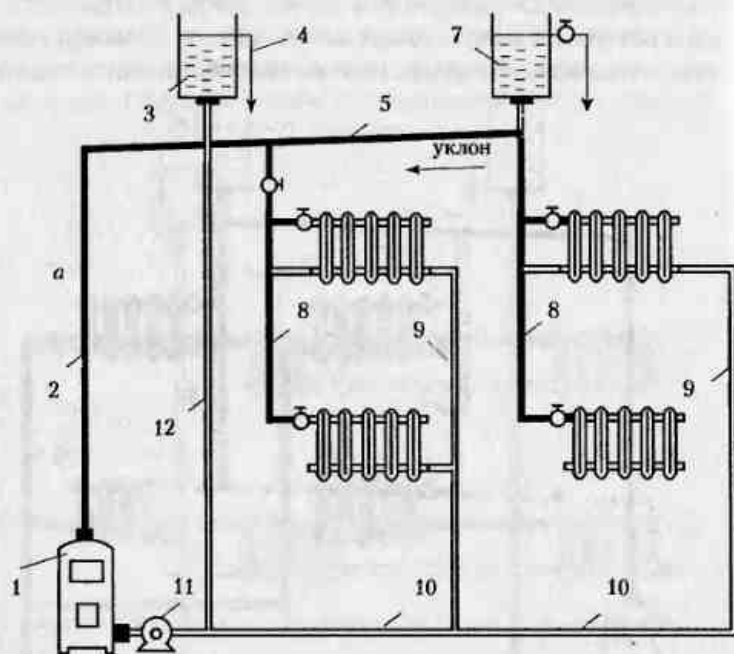


Рис. 89. Система принудительной циркуляции с верхней (а) разводкой:

1 — котел; 2 — подающая линия; 3 — расширительный бак; 4 — сигнальная линия; 5 — подающая линия (верхняя магистраль); 6 — воздушная линия; 7 — воздухоотборник; 8 — подающие стояки; 9 — обратные стояки; 10 — обратная магистраль; 11 — насос; 12 — расширительная труба.

В качестве циркуляционного насоса по своим параметрам хорошо подойдет малошумящий горизонтальный центробежный насос — у него достаточная производительность и не слишком большой напор. Отечественная промышленность предлагает насосы ЦНИПС и УВС.

Итак, выгоды применения насосной циркуляции таковы:

- равный напор на всех этажах;
- достаточный напор на первом этаже при отсутствии подвала;

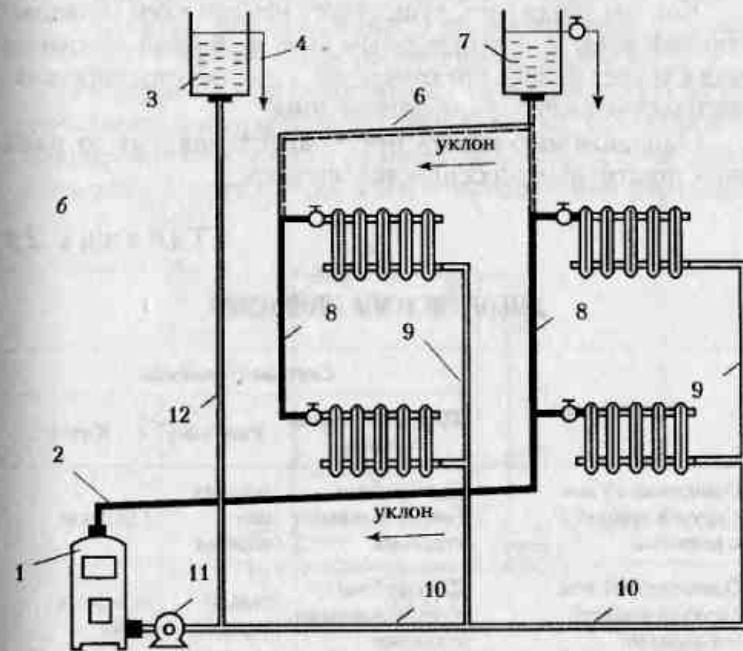


Рис. 89. Продолжение. Система принудительной циркуляции с нижней (б) разводкой:

1 — котел; 2 — подающая линия; 3 — расширительный бак; 4 — сигнальная линия; 5 — подающая линия (верхняя магистраль); 6 — воздушная линия; 7 — воздухоотборник; 8 — подающие стояки; 9 — обратные стояки; 10 — обратная магистраль; 11 — насос; 12 — расширительная труба.

- возможность подавать горячую воду достаточно далеко от котла;
- возможность уменьшения диаметра трубопроводов (и тем самым их стоимости).

Недостаток у насосной схемы один — зависимость от бесперебойного электроснабжения дома.

КАКУЮ СИСТЕМУ ВЫБРАТЬ?

Как мы убедились, существует немало схем разводки горячей воды по отопительным приборам дома. Каким из них следует отдать предпочтение в случае индивидуального малоэтажного загородного дома?

Однозначного ответа нет — выбор зависит от ряда конструктивных особенностей жилища.

Таблица 28

ВЫБОР СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Тип жилища	Система отопления		
	Циркуляционная схема	Разводка	Котел
Одноэтажный дом с крутой крышей и подвалом	Двухтрубная, с вертикальными стояками	верхняя или нижняя	в подвале
Одноэтажный дом с крутой крышей без подвала	Двухтрубная, с вертикальными стояками	только верхняя	на первом этаже
Одноэтажный дом с плоской крышей	Однотрубная	горизонтальная	в подвале или на первом этаже
Двух- или многоэтажный дом с подвалом, крыша плоская или крутая	Двухтрубная с вертикальными стояками	верхняя или нижняя	в подвале

РАСШИРИТЕЛЬНЫЙ БАК

Напомним, что расширительный бак необходим в циркуляционной системе для исключения роста давления (из-за ее расширения при нагреве).

При этом он выполняет следующие функции:

- принимает излишек объема воды при ее расширении;
- восполняет убыль объема воды из-за остывания, утечек или испарения;
- служит воздухоотборником в системах с естественной циркуляцией для удаления воздушных пузырей (воздух, растворенный в холодной воде — около 0,04 г/литр, — выделяется при ее нагреве).

Расширительный бак можно приобрести, но лучше изготовить в соответствии с необходимым объемом и запланированным местом размещения. Форма бака может быть любой, хотя проще всего в изготовлении цилиндри-

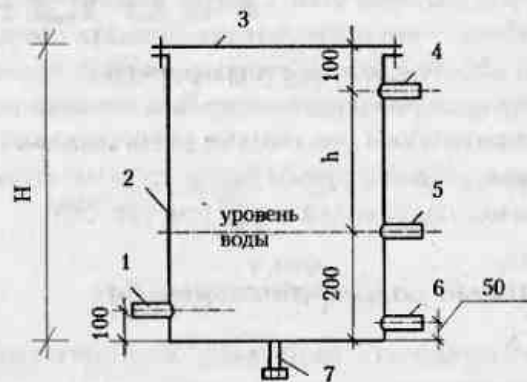


Рис. 90. Устройство расширительного бака системы водяного отопления (размеры в мм):
 1 — расширительный (входной) патрубок; 2 — корпус бака (нерж. сталь толщиной 1 мм); 3 — крышка бака; 4 — переливной патрубок (соединен шлангом с воронкой сливной магистрали, соединение негерметично, что обеспечивает связь с атмосферой); 5 — сигнальный патрубок (соединен с сигнальной трубой); 6 — циркуляционный патрубок (из него вода поступает в циркуляционный контур); 7 — сливной штуцер с пробкой.

ческий бак. В качестве материала лучше всего подойдет нержавеющая сталь.

Сначала нужно определить объем расширительного бака. Для этого необходимо рассчитать объем воды в системе:

$$V_c = V + N \times V_{\text{рад}} + L \times V_{\text{тр}}.$$

Эта формула означает, что полный объем воды в системе складывается из емкости котла $V_{\text{котла}}$, емкости всех радиаторов (N — число радиаторов, $V_{\text{рад}}$ — объем одного радиатора) и емкости всех труб (L — общая длина труб, $V_{\text{тр}}$ — емкость одного метра трубы).

Колебания объема воды в системе составляют

$$\Delta V_c = 0,0375 V_c.$$

Полезный объем бака можно принять равным $0,04 V_c$, то есть четыре процента от общего объема воды в системе.

Выбирая размеры бака, следует помнить, что его полезный объем — это произведение площади основания на полезную высоту h , которая меньше полной высоты H .

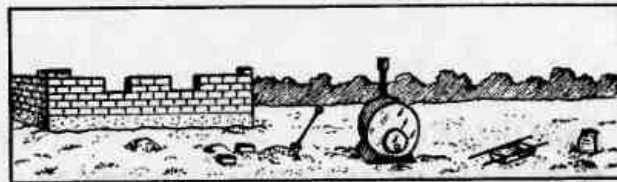
Конструкция расширительного бака показана на рис. 90.

Расширительный бак обычно устанавливают на чердаке, рядом с водонапорным баком системы водоснабжения, в теплоизолирующий короб (см. рис. 56).

Мембранный расширительный бак

Промышленность выпускает расширительный бак иной конструкции.

Мембранный расширительный бак состоит из двух частей — водяного объема и воздушного объема, — разделенных частичной мембраной. При изменении объема воды в системе за счет изгиба мембраны изменяется соотношение воздушного и водяного объемов бака. Преимущество этой конструкции в том, что такой бак можно устанавливать не на чердаке, а внизу, рядом с котлом.



ГЕНЕРАТОРЫ ТЕПЛА

**ГАЗОВЫЕ
И ЖИДКОТОПЛИВНЫЕ КОТЛЫ.**

ЭЛЕКТРОКОТЛЫ.

ТВЕРДОТОПЛИВНЫЕ КОТЛЫ.

ГАЗОГЕНЕРАТОРЫ.

КАЛОРИФЕРЫ.

ЧЕМУ ОТДАТЬ ПРЕДПОЧТЕНИЕ.

Современный большой загородный дом обычно имеет ограждающие конструкции (стены, окна, полы, крыши) с высоким термическим сопротивлением, но низкой теплоемкостью.

Это означает, что теплопотери дома невелики (это экономит топливо), но стены дома почти не запасают тепла, то есть греть дом нужно постоянно.

Топливные котлы для коттеджа должны отвечать следующим требованиям:

- иметь минимальное гидравлическое сопротивление — оно «съедает» часть циркуляционного напора. Особенно актуально это для домов без подвала, где напор на первом этаже, как мы помним, невелик;
- газовое сопротивление тоже должно быть минимальным, так как оно уменьшает тягу, создаваемую дымовой трубой, и при малой высоте трубы (не более 5 — 7 м) дым из точки котла будет попадать в жилые комнаты. Компенсировать повышенное газовое сопротивление котла можно за счет наращивания высоты трубы (10 м и более).

Кроме того, теплогенератор должен решать две задачи — отапливать дом и обеспечивать бесперебойное горячее водоснабжение.

Из сказанного следует, что лучше всего подойдут двухфункциональные (отопление + горячая вода) котлы с топками длительного горения или системы отопления с тепловым аккумулятором.

ГАЗОВЫЕ И ЖИДКОТОПЛИВНЫЕ КОТЛЫ

Загородные дома сейчас чаще всего оснащают топливными котлами именно этого типа. Они действительно наиболее надежны и эффективны, имеют высокий КПД, а высокий уровень автоматизации делает ненужным контроль при эксплуатации. Топливо для них — газ или солярка — обходится значительно дешевле отопления электричеством. Конструктивно котлы отличаются по материалу теплообменника — сталь или медь (срок службы — 30 лет), чугун (срок службы — 50 лет), по исполнению — напольные или настенные, по типу горелок — газовые, жидкостные (дизельное топливо) или комбинированные. Одноконтурные (отопительные) котлы имеют мощность

Современные отопительные котлы часто имеют встроенный контур горячего водоснабжения (так называемые двухконтурные котлы).

Двухконтурный котел удобен, но он дороже. Может быть, предпочтительнее греть воду отдельным водогрейным устройством? Кроме цены можно выиграть и в надежности: два устройства редко ломаются одновременно.

до 40 кВт. Двухконтурные оснащены теплообменником горячего водоснабжения или встроенным бойлером емкостью до 100 — 130 л.

Имеются и трехконтурные котлы, которые могут обслуживать водообогреваемые теплые полы или подогревать воду в бассейне.

Атмосферные газовые горелки работают только на газе, горелки с наддувом (вентиляторные могут работать на газе, на жидком топливе либо на том и другом вместе). Имеются многоступенчатые горелки с наддувом, мощность которых изменяется в зависимости от сезона.

Кроме напольных котлов имеются высокоэффективные настенные теплогенераторы, работающие на газе. Они способны решать задачи отопления и горячего водоснабжения. Такие теплогенераторы могут монтироваться в жилой зоне и оборудованы встроенным циркуляционным насосом для системы отопления и расширительным баком мембранного типа. Таким образом, котел не нуждается в дополнительном оборудовании, обслуживающем отопительный циркуляционный контур.

На рис. 91 можно видеть вариант системы обеспечения двухэтажного дома с мансардой теплом и горячей водой с помощью настенного газового котла (отопительный контур не показан).

Однако при использовании газа имеются и проблемы:

- к дому требуется подвести газовую магистраль, что не всегда возможно;
- зимой давление газа может падать до 6—8 миллибар, а большинство котлов требует 15—20 миллибар для нормальной работы.

Проблемы при использовании жидкого топлива таковы:

- сезонный запас солярки — 5—20 т; необходимы специальные (обычно пластиковые) баки;
- отечественная солярка нуждается в очистке — в ней имеются песок, смолы, вода и др. Примеси серы ускоряют коррозию котла и дымоходов.

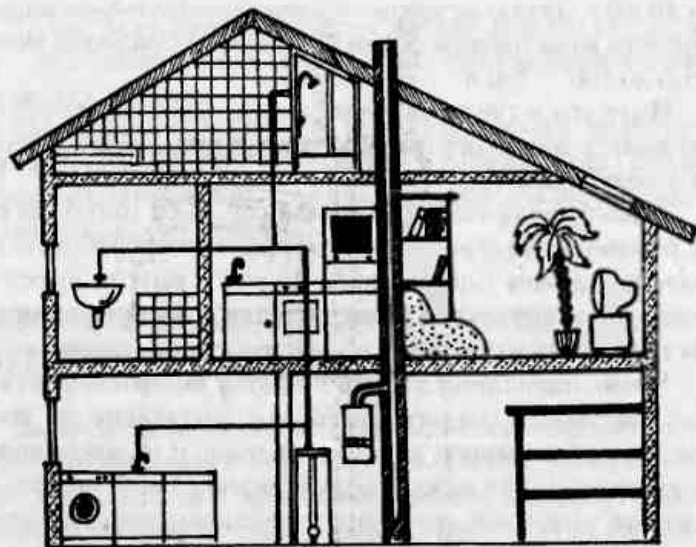


Рис. 91. Горячее водоснабжение загородного дома (стиральная машина и газовый котел на первом этаже, кухня на втором, душевая в мансарде).

На рынке имеются котлы отечественных и зарубежных компаний.

Горелки выпускают как котлостроительные фирмы, так и независимые производители.

Газовые горелки имеют мощность 14–66 кВт, жидкотопливные — 14 — 60 кВт, универсальные — 10–70 кВт.

Отечественные бытовые котлы могут комплектоваться горелками и автоматикой как российского, так и иностранного производства. К сожалению, не все отечественные установки отвечают современным требованиям эффективности, автоматизации и дизайна, однако они пользуются спросом благодаря значительно более низкой цене.

На рис. 92 изображен газовый котел фирмы Viessmann (имеются модификации из стали и чугуна). Котлы этой фирмы (серия Vitola) способны производить

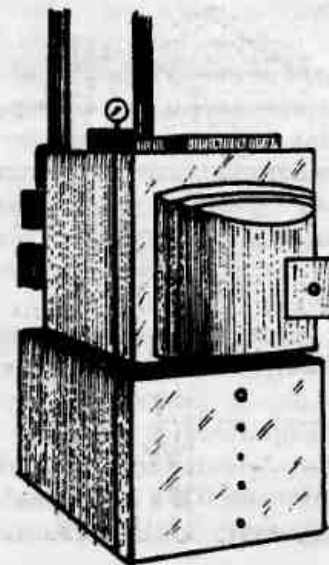


Рис. 92. Газовый котел Viessmann.

от 15 до 63 кВт тепла и снабжены контурами отопления и горячего водоснабжения. Котлы оборудованы автоматикой, обеспечивающей требуемый температурный режим. Эффективность теплоотдачи обеспечивается большим объемом воды, циркулирующей в контуре (около 4 л на киловатт).

Котлы легко чистить — конструкцией предусмотрены широкие, гладкие сквозные дымоходы.

КОНДЕНСАЦИОННЫЕ КОТЛЫ

При сжигании жидкого топлива или газа образуются водяные пары, которые уходят вместе с продуктами сгорания в дымоход. Если отнять у этих паров тепло, то есть дать им сконденсироваться в теплообменнике, КПД котла возрастет как минимум на 10%. Но этого обычно не дела-

ют, так как образующийся при охлаждении водяных паров конденсат содержит растворенный углекислый газ (CO_2). Получается очень агрессивная к стали и чугуну среда, вызывающая интенсивную коррозию.

Современная технология позволяет справиться с этой проблемой, и некоторые фирмы (Viessmann, Laars и др.) выпускают стойкие к конденсату котлы с повышенным КПД.

Их недостаток — необходимость удаления едкого конденсата, образующегося при работе котла (от двух до пяти литров в час).

Приведем некоторые данные, иллюстрирующие возможности современных газовых и жидкостных котлов. Их сравнительные характеристики помогут вам сориентироваться и сделать правильный выбор (см. таблицы 29—31).

Надо отметить, что отечественные отопительно-водонагревательные котлы АОГВ и АКГВ снабжены автоматикой, перекрывающей подачу газа при погасшей горелке.

Водяной циркуляционный контур отопления всегда должен быть заполнен. В зимнее время, если дом не отапливается более суток, воду нужно спустить через спускной вентиль, чтобы она не замерзла в системе отопления.

Летом, когда отопление не работает, воду из системы не надо сливать во избежание коррозии. Промывают циркуляционный контур раз в 2 — 3 года.

Перед началом отопительного сезона проводят пробную топку. Для этого разогревают котел и поддерживают его работу в течение часа. Наличие непрогретых угастков контура свидетельствует о воздушных пробках. Скопление воздуха следует удалить через специальные заглушки или сливной кран.

Таблица 29

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ГАЗОВЫЕ КОТЛЫ

Технические характеристики	Модели АОГВ				Модели АКГВ	
	1,6	17,4	23,2	29	23,2	29
Мощность, кВт	1,6	17,4	23,2	29	23,2	29
КПД, %	77 — 82					
Расход газа, м ³ /ч	1,3	1,77	2,35	3,35	2,35	3,35
Объем воды (теплоносителя) в аппарате, л	33	64	60	64	60	60
Масса без упаковки, кг	30	57	66	60	55	70
Габаритные размеры, мм:						
высота	850	980	980	1010	980	980
ширина	310	405	420	420	420	420
глубина	412	480	480	480	480	480
Диаметр вывода отработанных газов, мм	115	135	135	140	135	140

В конструкцию котлов Planet входят: проточный теплообменник (на отопление), атмосферная горелка из нержавеющей стали с электронным розжигом, а также мембранный расширительный бак (экспанзомат), циркуляционный насос и предохранительный клапан на 0,3 МПа (3 атм).

Газовая автоматика котлов Planet имеет электронную регулировку мощности. Выпускаются модели как с контуром горячего водоснабжения, так и без него. Вытяжное устройство двух видов: с естественным отводом отработанных газов за счет тяги и принудительным (наличие вентилятора в конструкции котла). В модификациях котла с естественным отводом продуктов сгорания установлен датчик тяги, который отключает поступление газа при нарушении условий отвода продуктов сгорания. Модели котлов с принудительным отводом отработанных газов не требуют дымохода.

Таблица 30

ОТОПИТЕЛЬНО-ВОДОГРЕЙНЫЕ КОТЛЫ PLANET ФИРМЫ SIME

Характеристики котлов	Модели с естественной тягой			Модели с принудительной тягой	
	25 OF	30 OF	25 OFR	25 BF	30 BF
Максимальная полезная мощность, кВт	23,3	28,6	23,3	23,3	29,0
Минимальная полезная мощность, кВт	9,3	11,7	9,3	9,3	11,5
Полезная мощность для подготовки горячей воды, кВт	23,3	28,6	—	23,3	29,0
Расход газа, м ³ /ч	2,72	3,34	2,72	2,72	3,34
Диапазон регулирования температуры на отопление, °С	40 – 80				
Диапазон регулирования температуры ГВС, °С	35 – 60	35 – 60	—	35 – 60	35 – 60
Производительность горячей воды Δt=30°С, л/мин	11,1	13,6	—	11,1	13,8
Масса без упаковки, кг	35	41	39	43	49
Габаритные размеры, мм:					
высота	865	865	865	865	865
ширина	450	500	450	450	500
глубина	375	375	375	375	375
Диаметр вывода отработанных газов, мм	130	150	60/100	60/100	60/100

Примечание: Все котлы дополнительно комплектуются кремпежом к стене, шаровым краном для отключения системы, а модели с принудительной вытяжкой (тип BF) – системой отвода продуктов сгорания.

Таблица 31

ГАЗО-ЖИДКОТОПЛИВНЫЕ КОТЛЫ

Тип котла	Alfa Combi	Delta		Heat Master		
		F 25	F45	HM45	HM 60	HM100
Модель котла	Alfa	F 25	F45	HM45	HM 60	HM100
Мощность, кВт	33,5	25	52	55	64	90
Расход газа, м ³ /ч	3,9	3	5,8	6	7,1	9,5
Расход солянки, л/ч	3,7	2,8	5,5	5,8	6,6	9,3
Температура отработанных газов, °С	160	160	160	160	160	160
Емкость бойлера, л	46	65	75	180	150	350
Макс. количество гор. воды с температурой 60 °С, л/мин	11,6	11,5	16,3	22,7	25,7	37,7
Масса без упаковки, кг	143	165	165	172	220	320
Габаритные размеры, мм:						
высота	1142	1497	1697	1691	1691	2092
ширина	570	540	540	542	542	680
глубина	570	684	684	657	657	767
Диаметр вывода отработанных газов, мм	110	125	125	150	200	200

Примечание: В конструкцию котла входят: стальной теплообменник; котельные термостаты (регулирующий и аварийный); корпус с панелью управления (с термостатом на лицевой панели); колодка подключения электропитания и автоматика управления по наружной температуре. Блок автоматики управляется комнатным и котельным термостатами.

Дополнительно газо-жидкотопливные котлы могут комплектоваться комнатным термостатом, многофункциональным цифровым дистанционным регулятором, работающим по температуре наружного воздуха и отопительному графику.

В двухконтурных котлах имеется водонагреватель для приготовления хозяйственной горячей воды. Он имеет гофрированные стенки и изготовлен из нержавеющей стали. Его конструктивная особенность в том, что он размещен внутри теплообменника отопительного контура (принцип «бак в баке») и не имеет анодного стержня. Котлы имеют приоритет по производству горячей воды.

Котлы комплектуются блочными газовыми (BLOGGAZ) и солярочными (BLOCMAZ) горелками фирм ACV (Бельгия) и HANSA (Германия).

ЭЛЕКТРОКОТЛЫ

Казалось бы, почему не нагревать воду для отопления и горячего водоснабжения в электрическом котле? Электрокотлы дешевы, малогабаритны, бесшумны, просты в обслуживании, экологичны.

С другой стороны, электричество остается самым дорогим энергоносителем, да и большое потребление электричества создает проблемы. В сельской местности не просто получить разрешение на подводку трехфазной сети с потреблением более 15 кВт.

К тому же если отапливаться электричеством, то зачем котел и водяные радиаторы, из которых зимой надо сливать воду? Гораздо проще установить электроконвекторы.

Сечение дымового канала должно превышать сечение выходного патрубка котла (для кирпичных дымоходов — как минимум в 1,3 раза, из-за шероховатости их стенок, увеличивающей сопротивление канала). Существуют в продаже дымоходы из нержавеющей стали, оборудованные необходимыми аксессуарами и отвечающие требованиям современного дизайна.

Тем не менее электрокотлы могут быть полезны, например, как резервный источник нагрева воды при выходе из строя газового или жидкостного теплогенератора.

Существуют два типа электрокотлов: с трубчатыми электронагревателями (ТЭНами) и так называемые электродные, в которых нагрев обеспечивается током, пропускаемым через воду.

Таблица 32

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОКОТЛА «СЕВЕРЯНИН»

Номинальная тепловая мощность, кВт	9	12	15	18	24	30
Количество ступеней	3	2	2	2	4	4
Высота, мм	610					
Ширина, мм	440					
Глубина, мм	230					
Масса общая, кг	24					
Объем котловой воды, л	16					
Номинальное напряжение, В	~380 (3 фазы)					
Максимальное давление в котле, Мпа	0,3					
Режим работы	продолжительный					
Регулировка котлового контура, °С	плавная 0–90					
Регулировка по температуре в помещении, °С	плавная 5–30					

ЭЛЕКТРОДНЫЕ КОТЛЫ

Достоинства

- Срок службы электродов превышает 15 000 часов.
- Накипь на электродах легко очищается.
- Можно увеличить номинальную (максимальную) мощность.
- Электродный котел дешевле ТЭНового.

- Мощность снижается пропорционально падению напряжения в сети.
- Компактность.

Недостатки

- Необходимо квалифицированное обслуживание.
- Работают с теплоносителем определенной электропроводности.
- Токи утечки могут достигать 25% от номинального тока, поэтому вместе с котлом невозможно установить устройство защитного отключения (УЗО), кроме того, требуется надежное заземление.
- Не пригодны для горячего водоснабжения по одноконтурной схеме (без теплообменника).
- При включении и отключении котлов большой мощности в электрической сети возникают большие перепады напряжения.

ТЭНовые КОТЛЫ

Достоинства

- Мощность не зависит от перепадов напряжения в сети. Она регулируется, так что выход из строя одного ТЭНа не повлечет за собой сбой в работе всего оборудования.
- Отсутствуют токи утечки, возможна установка УЗО.
- Могут использоваться для горячего водоснабжения по одноконтурной схеме.
- Способны работать на перегретой воде, ее температура определяется давлением, на которое рассчитан корпус котла.

Недостатки

- При выборе оборудования нужно обращать внимание на возможность замены ТЭНов (их ресурс обычно не превышает 10 000 часов; когда они «пригорают», приходится менять котел).

- Очищать ТЭНов от накипи сложнее, чем электроды. В таблице 32 приведены данные отечественного электроткотла «Северянин» ТЭНового типа с трехфазным питанием.

КОТЕЛЬНАЯ АВТОМАТИКА

Автоматические системы управления регулируют температуру котла и теплоотдачу системы отопления в соответствии с теплопотерями здания, которые зависят от температуры окружающей среды. В недорогих систе-

Современные импортные котлы чаще всего содержат все необходимые элементы системы отопления. Встроенный расширительный бак (его объем — примерно 10% от объема воды в системе) имеет мембранную конструкцию (компенсация увеличения объема воды в системе при ее расширении здесь обеспечивается не подъемом зеркала воды, как в обычном расширительном баке, а наличием упругого элемента — мембраны, поэтому такой компенсатор не нужно устанавливать в самой высокой точке циркуляционного контура). В некоторых конструкциях котлов расширительный бак имеет малый объем, но оснащен автоматикой, которая при необходимости сбрасывает излишки воды через предохранительный клапан или, наоборот, подпитывает контур от водопроводной сети.

Регулирующая, запорная и воздушоспускная арматура также встроена в котел. Имеется загастую и циркуляционный насос для двухтрубной системы отопления.

мах предполагается ручная регулировка. Простая автоматика включает и выключает котел по команде запрограммированного комнатного термостата, находящегося в контрольном помещении. Самая современная автоматика позволяет экономить топливо и обеспечивать оптимальный тепловой режим, программируя периоды снижения температуры в помещениях ниже нормальной (при отсутствии жильцов), своевременно включая-выключая установку, подавая воду строго определенной температуры и т. п.

Безопасность пользователя и сохранность оборудования гарантированы разнообразными системами защиты, которые могут проводить, например, термическую обработку водонагревателя. Если смесительный вентиль или насосы отопительной системы не функционировали в течение длительного времени, для них предусматривается программа мягкого старта.

Автоматика управления отопительной установкой способна осуществлять самодиагностику и вести дневник неисправностей, благодаря чему сервисная организация без труда выявит и своевременно устранит тот или иной дефект системы. При наличии специальной приставки к телефону пользователь может управлять системой отопления по телефонной линии, используя код, набранный в тональном режиме. При этом каждый контур установки будет автоматически переходить в заранее заданный режим работы.

ТВЕРДОТОПЛИВНЫЕ КОТЛЫ

Печку, как известно, топят дровами, углем, брикетами торфа и пр. Все это твердое топливо. Твердотопливные котлы были очень популярны до середины 50-х годов прошлого века, поскольку топливо для них самое доступное и дешевое. Для России с ее огромными запасами древесины твердотопливные котлы более чем актуальны,

дровами владельцу загородного дома заготовиться проще всего: можно заготавливать их в лесу, как это делают сельские жители; лесопилки обычно бесплатно или по бросовым ценам отдают отходы разделки бревен. Уголь, даже сортированный антрацит, также оказывается обычно дешевле солярки.

Экологический фактор становится еще одним, все более весомым аргументом в пользу древесины как единственного возобновляемого и экологически чистого топлива на планете.

Сравнительно недавние исследования показали, что в продуктах сгорания природного газа и высокосернистого мазута присутствует сильнейший яд бензапирен, причем в концентрации, в сотни раз превышающей ПДК (предельно допустимую концентрацию).

С талой весенней водой этот яд, осевший в окрестностях жилья, смывается в ближайший водоем или колодец — далее к нам в пищу. Поэтому экологически чистые твердотопливные котлы переживают сейчас свое второе рождение.

Еще один аргумент в пользу таких котлов: в отличие от газовых и жидкотопливных, они не требовательны к качеству подаваемого в топку воздуха, например к строительной пыли.

Промышленность предлагает довольно широкий спектр дровяных и угольных котлов отечественного производства, стоимость которых варьируется в очень широких пределах.

Можно условно разделить все твердотопливные котлы на три категории:

- традиционные (где топливо — уголь, дрова, торф);
- комбинированные (кроме твердого топлива они могут работать на газе или жидком топливе, солярке, для чего требуется установить соответствующую горелку). Обычно комбинированные котлы применяются для работы именно на газе или солярке, а дровяная топка — резервный вариант на случай отсутст-

вия солярки или слабого давления газа, что часто бывает зимой в сильные морозы;

- универсальные — третий тип котлов. Они работают на твердом, жидком и газообразном топливе, как и комбинированные, но еще имеют встроенные электроТЭНы. Электронагреватели имеет смысл включать ночью, когда действует низкий тариф на электроэнергию, или в экстренных ситуациях.

Из отечественных универсальных котлов можно назвать ЗИОСАБ-45 и КС-ТГ2(В) — 20Э (котел стальной на твердом, газообразном, жидком топливе с водяным контуром, 20-киловаттный, с электроподогревом).

Конструктивно и технологически твердотопливные котлы делятся на такие группы:

- чугунные и стальные;
- с одной топочной камерой или с двумя;
- одноконтурные (отопительные) и двухконтурные (отопительные и водогрейные).

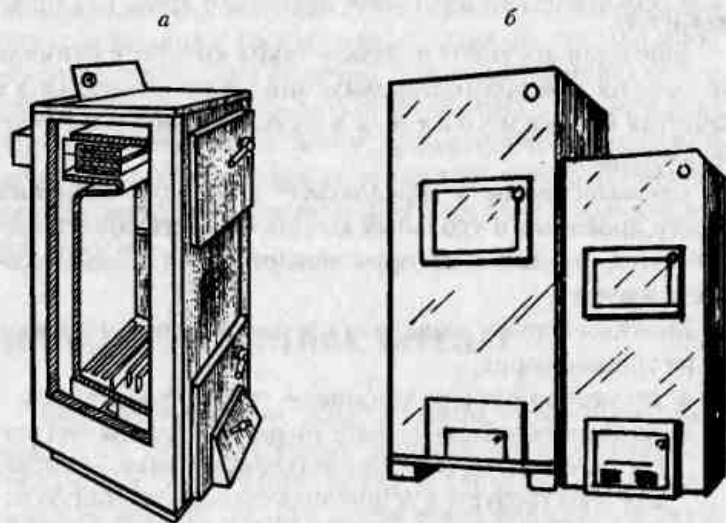


Рис. 93. Отечественные стальные котлы серии КС-ТГ: а — устройство; б — внешний вид.

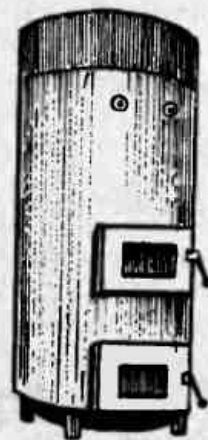


Рис. 94. Отечественный универсальный 45-киловаттный котел ЗИОСАБ-45.

Таблица 33

ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ КОТЛОВ

Тип котла	Габариты, мм	Материал топки	Мощность, кВт	Наличие контура горячего водоснабжения
Однотопочные				
КС-ТГ(В)-12,5 «Пламя»	420×650×700 (950)	сталь	12	есть
КС-ТГ(В)-16 «Дон»	450×650×950	сталь	16	есть
КС-ТГ(В)-25 «Гефест»	420×550×1100	сталь	25	есть
Dakon Dor 12 (Чехия)	424×691×920	сталь	12	нет
Dakon Dor 32	700×830×1040	сталь	16 — 32	нет

Тип котла	Габариты, мм	Материал топки	Мощность, кВт	Наличие контура горячего водоснабжения
Dakon Dor 24	700×730×1090	сталь	12 – 24	нет
КЧМ-5Р	460×800×1100	чугун	40 (5 секций)	нет
АТВ-23,2	510×510×1080	сталь	23	есть
V25UB (СТС, Швеция)	662×887×1190	сталь/ чугун	28	нет
ЗИОСАБ-45	934×934×540	сталь	45	есть
Двухтопочные				
2200 Trio (СТС, Швеция)	900×605×1200	сталь	35	есть
Polyflam TC35 (Bosch, Германия)	—	сталь	40	есть
Газогенераторные котлы (принудительная циркуляция контура отопления)				
Dakon-Стасоген 24 (Чехия)	560×1175×1350	сталь	10 – 24	нет
Олувр НУК 30 (Финляндия)	636×895×1540	сталь	15 – 30	нет
V35 (СТС) (Швеция)	550×963×1525	сталь	20 – 35	нет
Рутомат 55 (K&Sch, Германия)	795×1160×1460	сталь	18 – 48	нет

ОДНОТОПОЧНЫЕ КОТЛЫ

Самые простые и распространенные — однотопочные котлы с чугунной или стальной топкой. Чугунные котлы обычно делают составными, из нескольких сек-

ций, образующих топку котла с рубашкой, по которой циркулирует вода, и газохода. Число секций зависит от мощности котла.

Чугунные котлы имеют больший срок службы, чем стальные (до 50 лет и 30 лет соответственно), но при этом ремонтировать их приходится чаще. Впрочем, возможность замены прогоревшей секции облегчает эту процедуру.

Чугунные котлы способны работать в сетях отопления с естественной циркуляцией, то есть не зависят от наличия электричества. У стальных котлов есть модели, которые не позволяют работать без циркуляционного насоса, так как гидравлическое сопротивление теплообменника котла слишком велико. Чугунные котлы тяжелее — для них требуется усиленный пол или фундамент. Они дороже стальных.

Самый серьезный изъян большинства чугунных котлов — отсутствие второго контура (теплообменника для горячего водоснабжения).

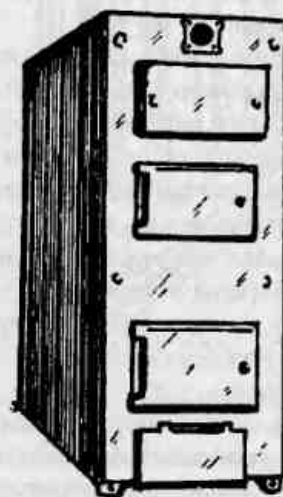


Рис. 95. Двухконтурный отечественный чугунный 40-киловаттный котел КЧМ-5.

Хотя есть и приятные исключения: отечественный КЧМ-5 «Комби» и котел 255FG фирмы СТС, оснащенный встроеным медным баком на 115 л для горячего водоснабжения дома.

Стальные котлы менее инерционны, чем чугунные: они быстрее выходят на заданный режим и точнее его поддерживают. Но по сравнению с чугунными они более капризны по отношению к углю: для его использования нужно менять колосники на чугунные (что и сделано в отечественных котлах серии КС) или водоохлаждаемые.

Зато стальные котлы обычно оборудованы змеевиком — теплообменником для нагрева санитарной воды (горячего водоснабжения), а в некоторых моделях предусмотрена возможность устанавливать электроТЭНы (6–12 кВт) для экстренного нагрева воды в межсезонье.

Однотопочные котлы при переходе с одного вида топлива на другой приходится перенастраивать. Это связано с тем, что параметры камеры, обеспечивающие высокий КПД, для каждого топлива свои. При использовании дров нужна просторная топка и не нужен многооборотный дымоход, снижающий тягу.

При использовании же горелки с наддувом воздуха тяга не нужна — она обеспечивается наддувом, а вот многооборотные дымоходы, наоборот, необходимы — газы по сравнению с продуктами сгорания дров имеют очень высокую температуру и им требуется большая поверхность дымохода, чтобы успеть отдать ей свое тепло.

Эти перенастройки несложны, они под силу владельцу и подробно оговорены в инструкциях: требуется снять одни детали, установить другие. Исключение составляет газовая горелка, ее должен снимать и устанавливать только специалист-газовщик.

Однотопочные котлы оборудуются фирмой-поставщиком (иногда по дополнительному заказу) термоманометром, который показывает температуру и давление теплоносителя отопительного контура, а также датчиками температуры дымовых газов, горячей воды системы водоснабжения.

Чисто твердотопливные котлы иногда оснащаются механическим терморегулятором, шток которого соединен цепочкой с дверцей поддувала. Этот регулятор (термобаллон), открывая сильнее или прикрывая дверцу поддувала, регулирует подачу воздуха в зону горения так, чтобы поддерживать заданную температуру теплоносителя в водяной рубашке котла или заданную температуру дымовых газов.

Отдельно стоит упомянуть группу котлов — например, отечественных АТВ-23,2 (модель 3131), — предна-

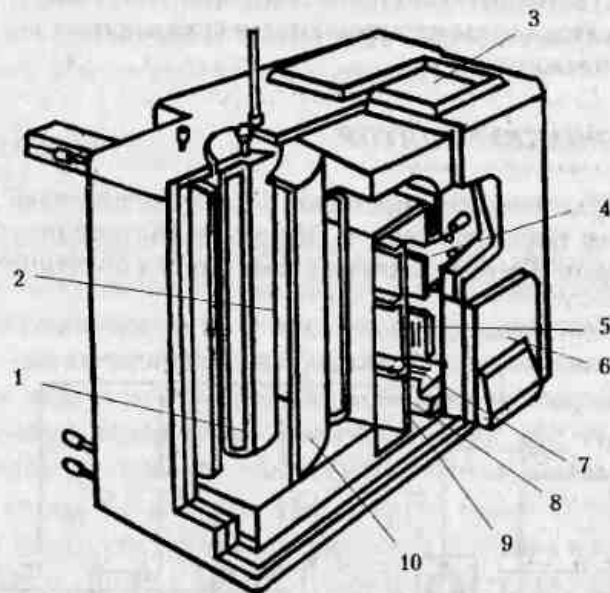


Рис 96. Высокоэффективный двухконтурный древесный котел АТВ-23,2 (модель 3131):

- 1 — газозвод; 2 — теплообменник отопительного контура;
- 3 — бункер для топлива; 4 — подвесные вертикальные тепловые экраны;
- 5 — подвесная вертикальная колосниковая решетка;
- 6 — загрузочная дверца; 7 — колосник; 8 — зольник;
- 9 — устройство для подачи вторичного воздуха;
- 10 — теплообменник горячего водоснабжения.

значенных только для дров и древесных отходов и обеспечивающих высокоэффективное горение (КПД до 78%). Топка у таких котлов рассчитана на большой объем дров (одна закладка обеспечивает 6 – 10 часов работы). Эффективность горения достигается применением ряда новшеств по сравнению с традиционной топкой. Так, благодаря специально направленным воздушным потокам обеспечивается так называемое нижнее горение, когда дрова тлеют у колосника, а продукты сгорания направляются в нижнюю камеру, под колосником, и там дожигаются. Имеются модели, рассчитанные как на естественную тягу, так и на принудительную (наддув). Эти котлы не нуждаются в сухих дровах — годятся и влажные.

ГИДРОАККУМУЛЯТОР

Традиционная кирпичная печь после протопки долго хранит тепло, запасенное кирпичной кладкой печи и дымоходов. Твердотопливный котел тепла практически не

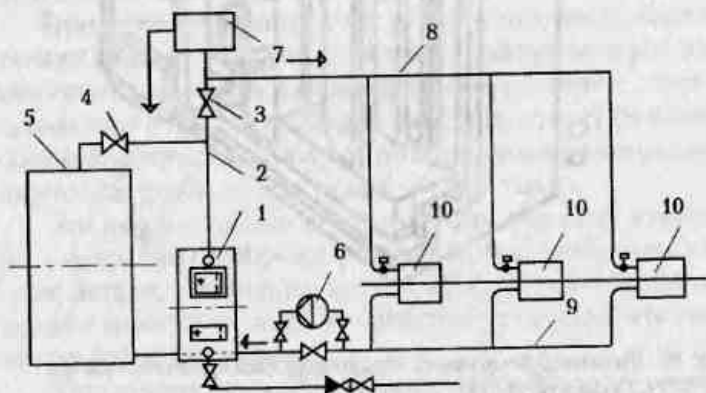


Рис. 97. Котел с гидроаккумуляторным баком:
1 — котел; 2 — главный стояк; 3, 4 — отсекающие краны;
5 — гидроаккумуляторный бак; 6 — насос; 7 — расширительный бак; 8 — подающая линия; 9 — обратная линия; 10 — радиаторы.

запасает, поэтому его приходится топить постоянно, что неэффективно — в трубу уносится немало тепла, к тому же сажа образуется так эффективно, что чистка становится постоянной заботой.

Почему бы не запастись тепло, пока дрова горят? Именно с этой целью производятся гидроаккумуляторы тепла — баки с горячей водой. Объем такого бака должен быть достаточно велик (до 500 л).

Подобно кирпичной печной кладке, вода в баке запасает тепло, пока дрова горят интенсивно, а потом постепенно отдает это тепло в контур системы отопления.

В результате топить можно раз в 2–3 дня (экономия топлива), обеспечивая постоянный обогрев дома.

ДВУХТОПОЧНЫЕ КОТЛЫ

Двухтопочные котлы обычно делают из стали. В них не нужна перенастройка при переходе от твердого топлива к газу или жидкости — имеются отдельные камеры: одна — для твердого топлива, другая — для установки горелки с наддувом газа (для газа или жидкого топлива). Поскольку каждая топка сконструирована так, чтобы обеспечить лучшим образом горение своего вида топлива, такие котлы, безусловно, эффективнее однотопочных. К тому же все уже отлажено в заводских условиях и в любой момент готово к работе. Топки на работу друг друга никак не влияют, так как сообщаются только через общий дымоход.

Как правило, такие котлы универсальные — в них предусмотрена возможность установки электроТЭНов.

Двухтопочные котлы обязательно имеют второй контур — теплообменник для горячего водоснабжения дома либо встроенный бойлер, как, например, котел Polyflam TC 35 (фирма Bosch, Германия).

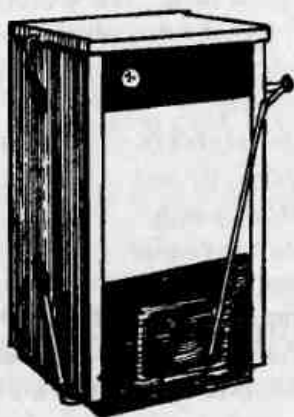


Рис. 98. Котел с ручной загрузкой дров Dakon Dor (Чехия). Видна тяга управления топочной дверцей.

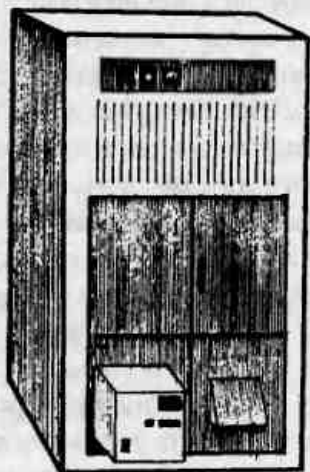


Рис. 99. Двухтопочный котел Polyflat (Bosch, Германия) со встроенным бойлером.

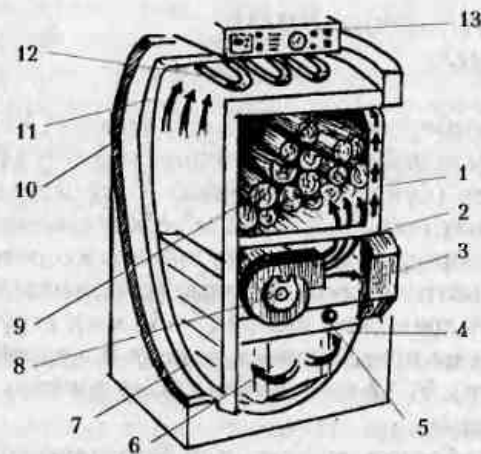


Рис. 100. Древесный газогенератор Оуптр (Финляндия):
1 — камера для дров; 2 — первичный поток воздуха; 3 — жаровая прокладка; 4 — вторичный поток воздуха; 5 — форсунка;
6 — камера сгорания; 7 — водопроводящие теплоприемники;
8 — наддув воздуха; 9 — зона газобразования; 10 — изоляция;
11 — теплообменник; 12 — резервные электронагреватели;
13 — автоматика.

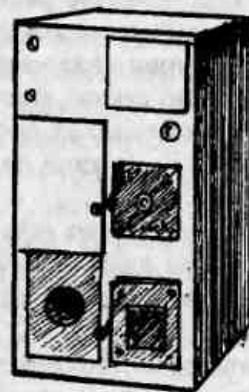


Рис. 101. Универсальный котел Miniter 2000, работающий на дровах и солярке, а также имеющий встроенные ТЭНы.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ КОТЕЛЬНЫЕ

Автоматизированный топочный аппарат (АТА) сочетает в едином моноблоке твердотопливный котел и стоккер.

Стоккер (бункерная горелка) — это металлический ящик (бункер) объемом 0,5–1 м³, оборудованный шнековым транспортером для подачи топлива в горелочное устройство с вентилятором наддува. Дрова здесь не годятся: топят АТА древесной щепой (5–50 мм), стружкой или гранулами из прессованных опилок и мелкой стружки (пеллетами). 5–12 кубометров такого топлива заменяют тонну солярки.

Таким образом, стоккер, или бункерная горелка, позволяет автоматизировать процесс горения древесного топлива наподобие того, как это делается в газовых или жидкотопливных котлах. Действительно, газовая или жидкотопливная горелка подает топливо непрерывно по мере сгорания. Расход топлива регулируется в зависимости от температуры воды. Стоккерная горелка для того и оборудована устройством подачи топлива, чтобы скоростью подачи топлива можно было управлять.

Подача топлива в стоккере регулируется датчиком температуры воды на выходе из котла — при ее снижении на 5°С ниже установленного значения по сигналу терморегулятора на несколько секунд включается электродвигатель шнека и порция топлива подается в горелочное устройство, в котором постоянно поддерживается тлеющий заряд.

Дутьевой вентилятор подает воздух в горелочное устройство, и температура воды в котле повышается. Как только она достигнет верхнего предела, вентилятор автоматически отключается.

Две системы защищают стоккер от проникновения огня по шнеку. Первая следит за температурой кожуха топливоподающего шнека. При повышении температуры до 40–45°С специальный термостат отключает дутьевой вентилятор и подачу топлива. Вторая система при темпе-

ратуре топливоподающего кожуха 70–85 °С заливает водой подающий шнек и горелочное устройство.

В России автоматизированные котельные не производятся, их закупают за рубежом. Одна из проблем — потребность в гранулированной древесине или щепе. Если поблизости нет лесопилки, придется приобрести малую рубочную машину.

ГАЗОГЕНЕРАТОРЫ

Относительно новая разновидность котлов на твердом топливе — газогенераторные котлы. Если в обычных твердотопливных котлах управлять процессом горения практически невозможно, то в газогенераторах производительность регулируется от 30 до 100%. В качестве топлива используются сухие дрова (влажность не более 20%).

Идея газогенератора известна давно: во время Второй мировой войны в нашей стране широко использовались газогенераторные автомобили, двигатели которых работали на генераторном газе, получаемом при сжигании древесных чурок. По принципу газогенератора на жидком топливе работали популярные у нас в середине XX века бытовые приборы типа «керогаз».

В отличие от традиционного твердотопливного котла газогенератор нуждается в электроэнергии. Зато он свободен от многих недостатков традиционных твердотопливных котлов: у него высокий КПД, он экологичен (угарный газ не поступает в дымоход, как при обычном сгорании дров, а служит сырьем для образования горючего газа). Дрова в газогенераторе медленно тлеют, а этот процесс, как и процесс горения инертного газа, легко регулируется за счет количества подаваемого воздуха.

Рассмотрим подробнее процесс горения дерева с образованием горючего газа, то есть то, что происходит в газогенераторе.

Бункер для топлива устроен так, что к находящимся в нем дровам подается недостаточное количество кислорода. Поэтому вместо обычного горения здесь происходит тление в большом объеме.

Из-за недостатка кислорода в результате горения древесины разлагается на углерод, водяной пар, смолы и масла. Далее углерод соединяется с кислородом, но образуется не CO_2 , а CO — главный компонент горючего газа; смолы и масла, содержащиеся в древесине, разлагаются, выделяя водород и метан. Все это образует генераторный газ с высокой теплотворной способностью.

Этот газ проходит через огнеупорную керамическую форсунку в камеру сгорания, где обеспечивается возможность его горения благодаря наддуву дополнительного воздуха. Смесь воздуха с газом воспламеняется в присутствии катализатора, причем кроме горения самого газа

Горение твердого топлива в газогенераторе, как сообщается в Большой советской энциклопедии, в отличие от любой топки осуществляется в большом слое и характеризуется поступлением количества воздуха, недостаточного для полного сжигания топлива (например, 33—35% воздуха от теоретически необходимого).

Процесс, происходящий в газогенераторе, называют газификацией топлива.

Изобретателями первого промышленного газогенератора (1861 г.) были братья Ф. и В. Сименс. Их конструкция просуществовала в течение 40—50 лет. Только в начале XX века появились более совершенные конструкции.

происходит дожигание тяжелых соединений и сажи. Таким образом:

- при обычном сжигании дров имеет место поверхностное горение, при котором в дымоход улетает много тяжелых соединений и угарного газа — то есть веществ, с одной стороны, токсичных, с другой — способных гореть и уносящих в трубу неиспользованные калории;
- при объемном тлении в условиях нехватки кислорода практически все способное гореть в виде генераторного газа и увлекаемых им частиц поступает в верхнюю камеру, где отдает практически все калории, так что в трубу уходит нетоксичный и негорючий дым.

В отличие от упоминавшихся специализированных дровяных котлов, для которых влажность дров не играет роли, газогенераторы требуют сухого топлива. Зато кроме дров годятся опилки, щена, стружка, обрезки, а также сухие брикеты, смесь дров и древесных отходов, торф (не

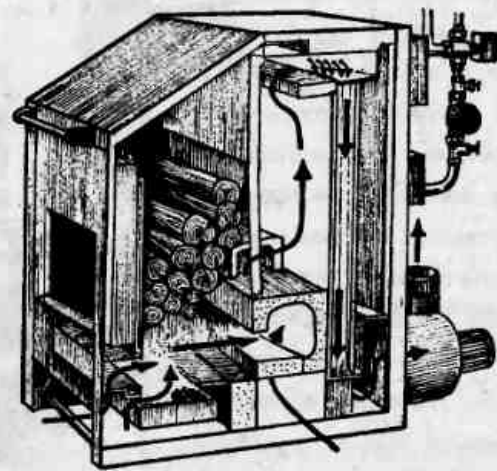


Рис. 102. Современный газогенератор Ryomat (Германия).

все виды), смесь торфа и древесных отходов (опилок и т. д.), а также целлюлозосодержащие отходы пищевой и легкой промышленности.

Генераторный газ горит бесцветным (белым) пламенем, если расход первичного и вторичного воздуха правильно отрегулирован и если топливо сухое. При повышении влажности дров увеличивается количество копоти, дегтя и конденсата, снижается теплотворная способность газа.

Газогенераторные котлы являются одноконтурными, они предназначены для систем отопления с принудительной циркуляцией и не производят горячей бытовой воды.

Степень автоматизации этих котлов весьма высока — они управляются комнатным программатором, который позволяет регулировать температуру теплоносителя и сигнализирует об аварийных ситуациях.

Сто лет назад энциклопедия сообщала:

«На рисунке изображен генератор Сименса. Тут горючее выделяет из себя углеводороды, а остальная часть углерода переводится по возможности только в окись углерода; полугенный газ сжигается в собственно топке, подойдя в нее через ряд отверстий и перемешанный с достаточным количеством воздуха. Смысл генераторной топки — это достижение высоких тепловых эффектов с помощью газа, получаемого из посредственного по качеству горючего».

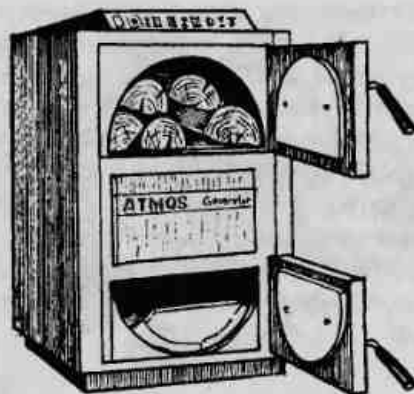
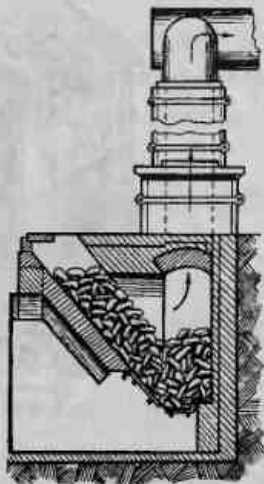


Рис. 103. Газогенераторный котел Atmos (Чехия).

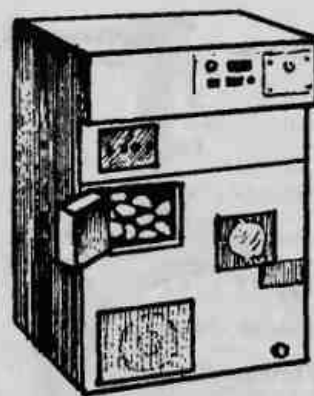


Рис. 104. Котел BAXI работает более суток на одной закладке дров.

КАЛОРИФЕРЫ

Калорифер — это отопительное устройство, нагревающее воздух в помещении. Таким образом, обычная печь — это тоже калорифер. Воздух как теплоноситель гораздо

менее эффективен, чем вода: у него значительно меньшая теплоемкость. Поэтому воздушный циркуляционный контур получается довольно громоздким: он должен пропускать значительные массы теплого воздуха.

При воздушном отоплении воздух следует отбирать из всех помещений, кроме санблока и кухни, и после нагрева вновь выпускать в комнаты на высоте 30–50 см от пола — иначе нижняя часть помещения останется холодной.

Если не предусмотреть встроенные воздухопроводы заранее, при сооружении дома, то задача становится трудно-выполнимой.

Таблица 34

ПЕЧИ-КАЛОРИФЕРЫ «СИНЕЛЬ» И «БУЛЛЕРЬЯН»

Тип калорифера	Габариты, мм	Масса, кг	Отапливаемый объем, м ³	Закладка топлива, кг	Мощность, кВт
Синель					
Лилипут	527×363×446	26	50	4	3,8
Малыш	685×460×561	53	100	6	6,7
Маленький	785×560×678	74	200	9	11
Средний	865×646×786	97	300	12	18
Большой	930×710×861	115	400	24	28
Великан	1045×810×981	150	500	36	35
Буллерьян					
Малыш	630×420×600	50	100	—	6
Маленький	830×570×760	95	200	—	11
Средний	830×570×900	120	400	—	18
Большой	920×680×1140	180	600	—	27
Великан	920×680×1480	250	1000	—	35

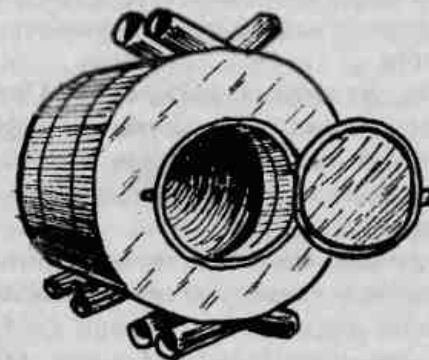


Рис. 106. Печь-калорифер «Буллерьян».

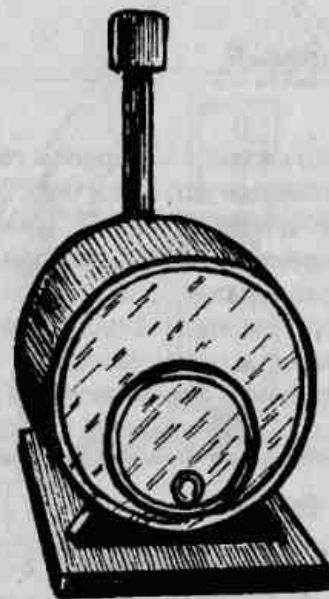


Рис. 107. Печь-калорифер «Синель».

Отечественная промышленность предлагает два типа твердотопливных аппаратов, работающих по принципу газогенератора.

Это печи «Буллерьян» и «Синель». Они работают на дровах, древесных отходах, брикетах торфа, низкокалорийном угле. От электропитания не зависят.

Эти печи могут за 20–30 мин заполнить комнату теплым воздухом.

Разжигают их, как обычную печь, а потом на раскаленные угли закладывают основное топливо и с помощью двух заслонок устанавливают режим длительного горения. Золу вычищают после 5–6 топок, при этом на дне оставляют защитный (от прогорания) слой в 5–6 см.

ЧЕМУ ОТДАТЬ ПРЕДПОЧТЕНИЕ

Небольшой садовый домик

1. Система отопления с недорогим твердотопливным неавтоматизированным котлом (типа КС-ТТ(В)-12,5). Разжигается по старинке, спичками. Протопка — 2 раза в сутки. Возможен вариант с встроенным теплообменником для получения горячей воды.

2. Печь-калорифер типа «Буллерьян» или «Синель» подходящей мощности, обеспечивающая прогрев воздуха. Желательно оборудовать жилье системой распределительных воздуховодов, обеспечивающей прогрев всех комнат.

Коттедж до 200 м²

1. Система водяного отопления с комбинированным котлом. Основное топливо — газ или солярка; резервное (при сильных холодах, отказе горелок) — дрова или уголь. Аварийный вариант (или в случае кратковременного посещения дома) — электроТЭН.

2. Система водяного отопления с двумя котлами: газо-жидкотопливные и резервным твердотопливным (неавтоматизированным). Этот вариант может оказаться экономически выгоднее первого, да и надежность выше: при поломке одного котла другой годен к работе.

3. Высокоэффективный дровяной котел с баком-аккумулятором или прогрессивный газогенераторный котел с древесным топливом как основной источник нагрева воды для системы отопления. Проблема горячего водоснабжения решается отдельно (например, с помощью электробойлера).

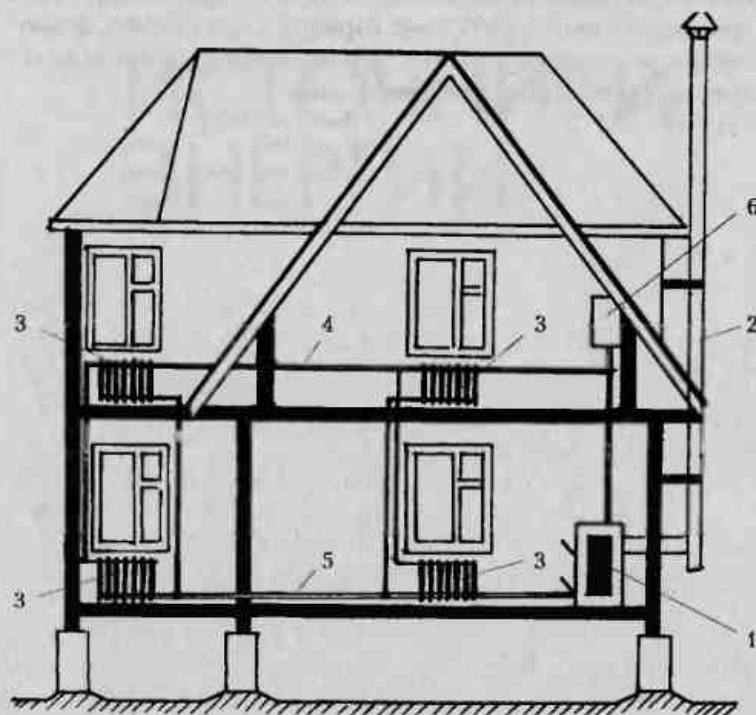


Рис. 107. Водяное отопление 2-этажного коттеджа (двухтрубный контур):

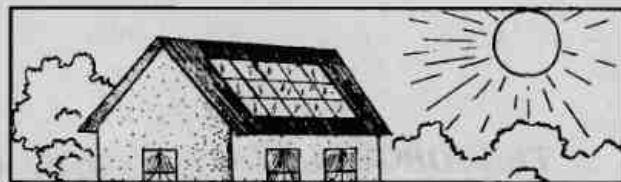
1 — дровяной котел; 2 — дымоход; 3 — чугунные батареи; 4 — горячая линия; 5 — обратная линия; 6 — расширительный бак.

Большой особняк

1. Обычно в качестве автономного теплогенератора используют большой жидкотопливный или газовый котел.

2. Автоматизированная твердотопливная котельная (АТА). Она обойдется значительно дороже первого варианта, зато способна хоть всю зиму работать в автономном режиме, причем на дешевом топливе.

В заключение необходимо сказать, что производство теплогенераторов переживает бурный рост, так что рыночная картина непрерывно меняется. Наш обзор лишь показывает конструктивные варианты и, надеемся, позволит легче ориентироваться при самостоятельном поиске, который в любом случае необходим.



ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

ТЕПЛОВОЙ НАСОС

БЛОЧНАЯ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

ГЕЛИОУСТАНОВКИ

ТЕПЛОВОЙ НАСОС

Мы рассмотрели в предыдущих главах способы отопления жилища с помощью теплогенераторов, работающих на энергии газа, жидкого или твердого топлива, а также с помощью электроотопления.

Однако есть еще один источник тепла, не очень широко используемый, хотя и почти даровой. Почти — потому что потратиться нужно только на его доставку.

Речь идет о так называемом тепловом насосе. Это устройство забирает природное тепло из незамерзающих слоев грунта или грунтовой воды и отдает его теплоносителю, циркулирующему в системе отопления.

Работа теплового насоса напоминает действие холодильного аппарата, который отнимает тепло из хранящихся в холодильнике продуктов и выбрасывает его наружу (поэтому решетка теплообменника сзади холодильника всегда горячая).

У нас в стране тепловые насосы пока еще в новинку, тогда как в США или Японии они производятся миллионными тиражами. Тепловой насос поглощает из окружающей среды низкопотенциальное тепло с температурой плюс 4—6 градусов (и выше) и передает его в систему теплоснабжения в виде нагретой (до 40—70 °С) воды или горячего воздуха. Тепло можно получать не только от

природных, но и от техногенных источников (промышленные сбросы, очистные сооружения и т. д.).

Переносит его хладагент, способный испаряться уже при тех низких температурах, которые присущи источнику тепла (4–6°C).

Посмотрим, как работает тепловой насос (рис. 108). Как и обычный компрессионный холодильник, он содержит циркуляционный контур, в который входят испаритель, компрессор, конденсатор и испарительный клапан. Жидкий хладагент поступает в испаритель, расположенный в зоне действия источника тепла (теплотдатчика), нагревается этим теплом и испаряется. Пары отсасываются компрессором. Здесь при повышении давления происходит рост температуры пара. В конденсаторе пары конденсируются (превращаются в жидкость), отдавая тепло через теплообменник в систему теплоснабжения, то есть нагревая воду циркуляционного отопительного контура.

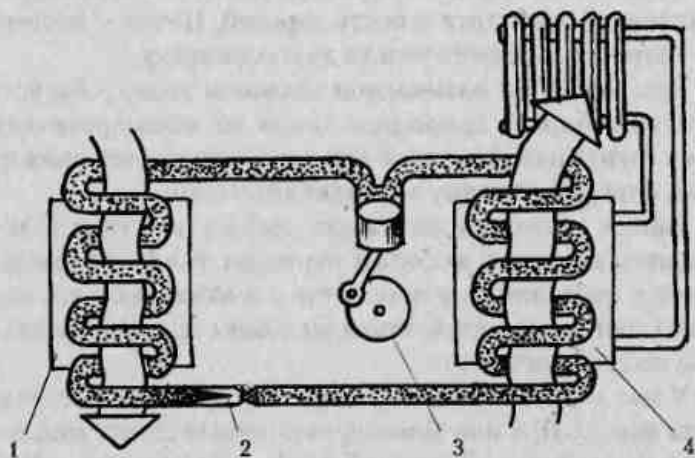


Рис. 108. Принцип действия теплового насоса:
1 — испаритель; 2 — испарительный клапан; 3 — компрессор; 4 — конденсатор (теплообменник).

Жидкий хладагент поступает снова в испарительный клапан, где приобретает исходное давление и температуру.

Электроэнергия тратится лишь на перемещение хладагента компрессором. Поэтому устройство в целом более чем экономично: на 1 кВт затраченной электроэнергии вы получаете до 4 кВт тепла.

Важной особенностью теплового насоса является его абсолютная экологическая чистота.

Современные конструкции тепловых насосов оборудованы микропроцессором, управляющим работой насоса и поддерживающим заданный режим. Размеры установки невелики — в плане не более 0,5 м².

Эффективность теплового насоса обратно пропорциональна температуре в системе отопления — чем она ниже, тем выше эффективность теплового насоса. Этому условию лучше всего удовлетворяют системы распределения тепла через пол и стены, ведь по действующим нормам температура теплоносителя в таких системах отопления не должна превышать 35 °С. Этого вполне достаточно, чтобы обеспечить равномерный прогрев помещения тепловым излучением. Но есть и установки на основе тепловых насосов, которые способны осуществлять отопление загородного дома и через систему труб и радиаторов, поддерживая в системе отопления температуру 55–70 °С. КПД таких установок несколько ниже.

На рис. 109, 110 показаны насосная установка Siemens и схема обогрева дома с помощью теплового насоса (фирма Thermia).

Как видно из рисунка, тепловой насос обслуживает теплые полы на первом этаже, подогрев воздуха и воды для душа на втором этаже.

Рассмотрим источник тепла для теплового насоса:

- наружный воздух;
- грунтовые воды;
- тепло грунта ниже глубины промерзания.

Грунтовая вода является идеальным источником энергии для теплового насоса — в течение всего года она

имеет постоянную температуру $+8 - 10^{\circ}\text{C}$. Вполне подходят и незамерзающие зимой озера и реки, ведь температура в них не бывает ниже $+4 - 8^{\circ}\text{C}$. Прекрасным источником энергии оказывается и земля, забор тепла из нее осуществляется тремя способами: через уложенный ниже глубины промерзания плоскостной коллектор, при этом площадь укладки должна быть в 1,5–2 раза больше отапливаемой площади; через компактный коллектор, представляющий собой спиралевидную конструкцию, позволяющую существенно сократить необходимую для теплозабора площадь, или через глубинный зонд, который опускается в скважину глубиной 100 м. В тех случаях, когда источниками тепла для теплового насоса являются вода или земля, его работа не зависит от температуры наружного воздуха.

Исторически один из самых распространенных видов тепловых насосов — воздушно-воздушный. Это очень удобная и экономичная дополнительная система отопления.

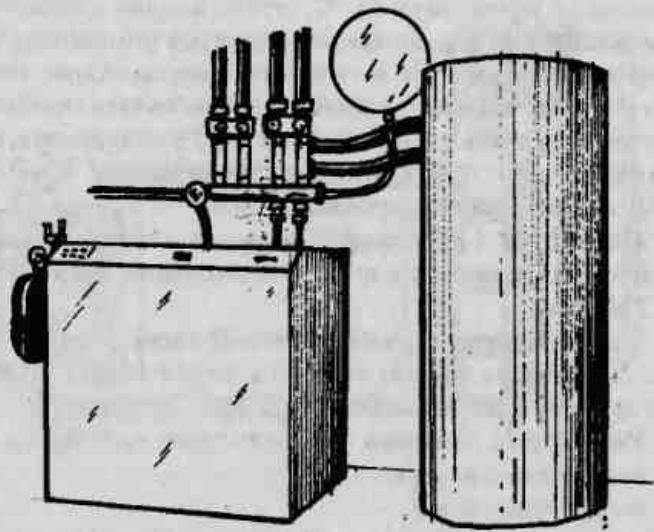


Рис. 109. Установка с тепловым насосом фирмы Siemens.

Такой тепловой насос способен забирать тепловую энергию у наружного воздуха с температурой до -15°C и подавать нагретый воздух для отопления дома.

Срок службы теплового насоса до капитального ремонта составляет 10–15 отопительных сезонов, в первую очередь из-за компрессора, срок службы которого и составляет примерно 15 лет и который можно легко и дешево заменить. А срок эксплуатации земляного коллектора, например, зависит от уровня кислотности почвы и может достигать 50–100 лет при нормальных условиях и приблизительно 30 лет при повышенной кислотности почв. Обслуживание установок заключается в сезонном техническом осмотре и периодическом контроле режима работы и не требует специальных навыков. Срок окупаемости оборудования, по оценкам специалистов, не превышает 2–3 отопительных сезонов.

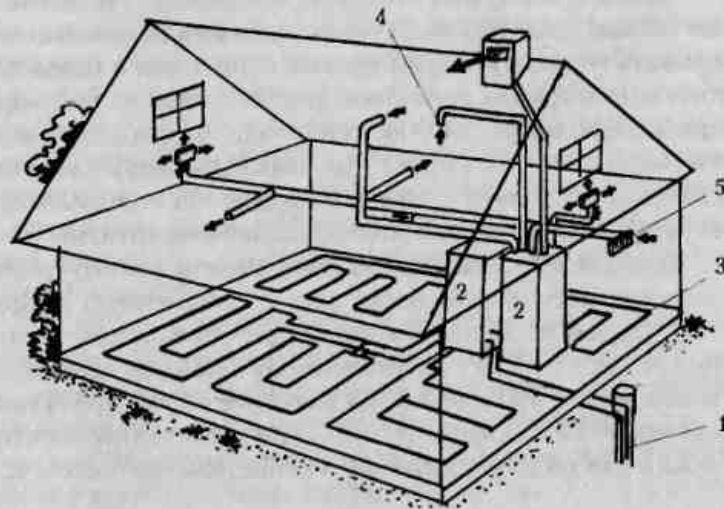


Рис. 110. Схема отопления жилого дома установкой с тепловым насосом (Thermia):

1 — испаритель теплового насоса; 2 — насосная установка; 3 — трубы обогрева пола; 4 — души; 5 — забор уличного воздуха; стрелками показана подача подогретого воздуха в помещение.

Существуют тепловые насосы, рассчитанные только на отопление и подготовку горячей воды для бытовых целей. Эта группа тепловых насосов является прямым конкурентом современных отопительных котлов.

Имеются также комплексные системы, обеспечивающие отопление и охлаждение помещений и снабжение их горячей водой. Наконец, существуют тепловые насосы, используемые исключительно для горячего водоснабжения. Многие модели представляют собой водонагревательную систему накопительного типа с бойлером на 300–500 л, в котором вода нагревается до температуры 50°C, что достаточно для горячего водоснабжения семьи из 5–6 человек. На случай потребности в более горячей воде в такие бойлеры дополнительно устанавливаются электронагревательные элементы, нагревающие воду до 65°C.

Кроме того, нужно отметить, что наряду с установками на базе тепловых насосов, способными полностью покрывать годичную потребность в отоплении и охлаждении, есть и группа установок, рассчитанная на охлаждение помещений, а вот по теплу они покрывают лишь часть потребности. Недостаток вырабатываемого ими тепла компенсируется дополнительными источниками отопления — газовыми или жидкотопливными котлами.

Итак, использование тепловых насосов вместо традиционных источников тепла дает существенную экономию, так как их эксплуатация не требует закупки, транспортировки и хранения топлива. Применение теплового насоса может быть до 2,5 раз выгоднее самой эффективной газовой котельной, при этом они совместимы практически с любой циркуляционной отопительной системой.

БЛОЧНАЯ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

Если ваш загородный дом находится вдали от электромагистрали или в электроснабжении бывают частые перебои, короче говоря, если в (стабильное!) электро-

снабжение веры нет, приходится обзаводиться своим электрогенератором. Подобную установку (дизель-генератор) часто можно встретить на строительной площадке: двигатель внутреннего сгорания вращает вал динамомашины, которая вырабатывает электроэнергию.

Кoeffициент полезного действия такой установки невелик (примерно 36%) — двигатель внутреннего сгорания значительную часть энергии сжигаемого топлива выбрасывает в атмосферу в виде тепла.

Но ведь загородный дом нуждается не только в электричестве, но и в тепле! Почему бы не повысить эффективность электрогенератора, заставив паразитное тепло работать, обогревая дом?

Автономная блочная теплоэлектростанция и совмещает в себе электрогенератор и теплогенератор. Ее суммарный КПД достигает 90%.

Когда такая станция работает в непрерывном режиме, она обеспечивает ваш дом электричеством и является постоянным источником тепла. Поскольку отопительная система дома работает с полной нагрузкой только в сильные морозы, нет смысла использовать теплоэлектростанцию столь мощную, чтобы ее тепловая мощность покрывала потребность в тепле даже в самые сильные холода — обычно требуется примерно в пять раз меньше, так что 4/5 вырабатываемого тепла оказались бы лишними.

Поэтому следует именно в качестве постоянного, не пикового источника тепла использовать теплоэлектростанцию, а в холодные и очень холодные дни включать отопительный котел (конечно, не электрический!).

Конструктивно теплогенератор представляет собой моноблок (например, такой, как на рис. 111), состоящий из двигателя внутреннего сгорания (чаще всего дизель) с топливным баком и тепловоспринимающей системой.

Как известно, обычно двигатель внутреннего сгорания имеет встроенную систему охлаждения, в которой теплоноситель охлаждает двигатель, отнимая у него выра-

батываемое при работе тепло, и отдает его через радиатор атмосфере. Кроме того, значительная часть тепла уносится горячими выхлопными газами (500–600°C) через выхлопную трубу также в атмосферу.

В теплогенераторе теплу не дают пропасть: контур охлаждения двигателя через теплообменник отдает тепло вторичному теплоносителю (вода), который далее проходит через второй теплообменник, надетый на выхлопную трубу. Здесь, что очень важно, температура воды значительно повышается. Выхлопные газы снижают свою температуру до 120°, а горячая вода поступает в систему отопления дома, откуда циркуляционный насос снова подает ее на нагрев в теплоэлектрогенератор.

Блочная теплоэлектростанция — это малогабаритное автономное устройство (отдельного здания для ее разме-

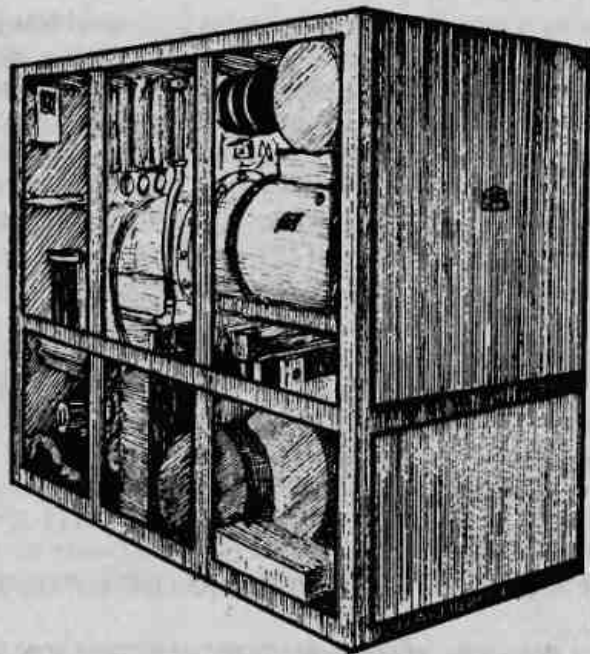


Рис. 111. Теплогенератор-моноблок Vudemus.

щения не требуется), оснащенное системами управления и контроля, шумопоглощения, системой подачи топлива, аварийной защитой и автоматикой, которая сама включает систему в случае необходимости — в первую очередь при нехватке электроэнергии, а во вторую — для теплоснабжения.

ГЕЛИОУСТАНОВКИ

Практическое использование солнечной энергии для теплоснабжения возможно в южных широтах (не выше 50° с. ш.), то есть там, где много солнечных дней в году.

Установки солнечного теплоснабжения производятся как отечественной, так и зарубежной промышленностью. Речь идет о так называемом активном теплоснабжении, потому что в указанных широтах ощутимый эффект в обеспечении теплового режима жилья приносит пассивное солнечное теплоснабжение, когда приемником теплового излучения солнца является само строение, в конструкцию которого заложены такие решения, как остекление южной стороны дома, массивные стены, накапливающие дневное тепло и отдающие его ночью, теплозащитные жалюзи и др.

Рассмотрим подробнее работу гелиоустановки.

В местности с устойчивыми ветрами можно использовать в качестве источника электроэнергии ветроустановку. Существует достаточно большое количество конструктивных схем таких установок. Их мощность в большинстве моделей довольно велика, поэтому имеет смысл сооружать коллективную ветроустановку, способную обслуживать несколько домов.

ОДНОКОНТУРНАЯ СХЕМА

Эта схема (рис. 112 а) с естественной циркуляцией теплоносителя. Вода нагревается в гелиоколлекторе и поднимается (так как горячая вода легче холодной) по трубе, ведущей в бак-теплообменник; отсюда отдавшая свое тепло (охлажденная) вода самотеком возвращается в гелиоколлектор, опять нагревается и т. д. В результате многократной циркуляции вода в теплообменном баке нагревается и поступает в систему горячего водоснабжения дома. Площадь гелиоколлекторов в таких установках не превышает 10 кв. м.

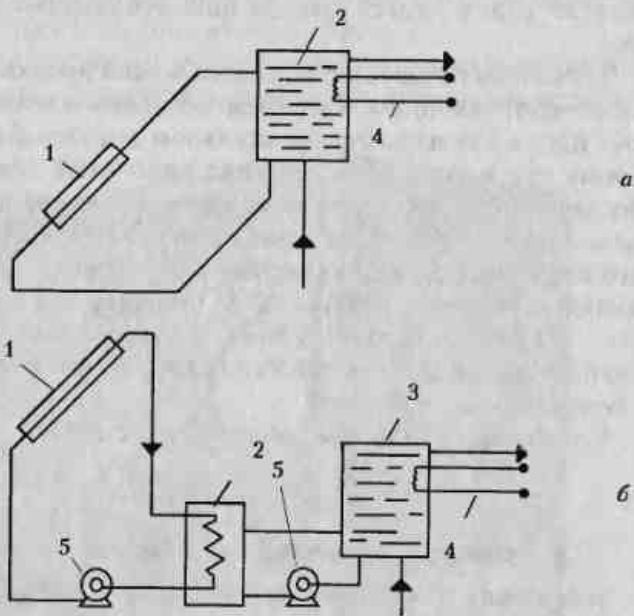


Рис. 112. Гелиоустановки горячего водоснабжения (принципиальная схема):

- а — одноконтурная схема с естественной циркуляцией;
 б — принудительная двухконтурная схема; 1 — солнечный коллектор; 2 — теплообменник; 3 — гидроаккумулятор;
 4 — резервный источник нагрева воды в бессолнечный период;
 5 — циркуляционный насос.

ДВУХКОНТУРНАЯ СХЕМА

Более мощные гелиоустановки имеют замкнутый насосный циркуляционный контур первичного теплоносителя, который через теплообменник отдает тепло вторичному контуру, водяному (рис. 112 б).

В первичном, теплоприемном, контуре может применяться антифриз на основе этиленгликоля — это обеспечивает ее работоспособность при ночных заморозках в солнечный, активный период функционирования.

Вторичный, водяной, контур запасает тепло в баке-аккумуляторе достаточного объема, что позволяет иметь горячую воду не только в то время, когда светит солнце, но и в пасмурные дни (если позволит мощность гелиоустановки и объем бака-аккумулятора).

СОЛНЕЧНЫЙ КОЛЛЕКТОР

Солнечный коллектор — это покрытая матовой черной краской теплопоглощающая металлическая пластина, к которой прикреплен плоский змеевик из стальной трубы. Позади пластины имеется слой теплоизоляции, а спереди она защищена стеклом (рис. 113).

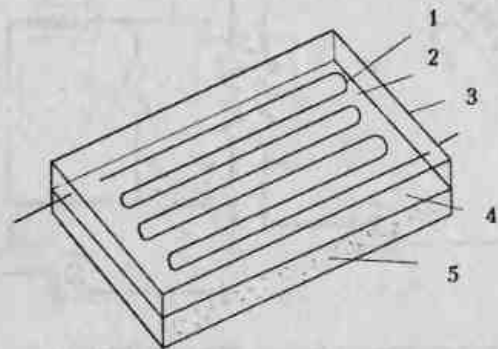


Рис. 113. Солнечный коллектор:
 1 — змеевик; 2 — защитное стекло; 3 — корпус; 4 — поглотитель тепла; 5 — теплоизоляция.

Батареи солнечных коллекторов располагают на опорах на крыше здания, оптимальная ориентация — юг, с отклонением в летний период на угол, равный широте местности + 25°, а в зимний — на угол, равный широте местности — 15°. Для установки, работающей круглый год и не снабженной механизмом поворота коллекторов, придется брать среднее значение, то есть угол наклона, равный широте местности.

Приведем параметры солнечного коллектора, выпускаемого отечественной промышленностью:

- мощность — 550 Вт/м²;
- рабочее давление — 0,6 атм;
- максимальная температура нагрева теплоносителя — 100°C;
- вместимость панели — 3 л;
- площадь панели — 0,8 м²;
- масса — 50 кг.

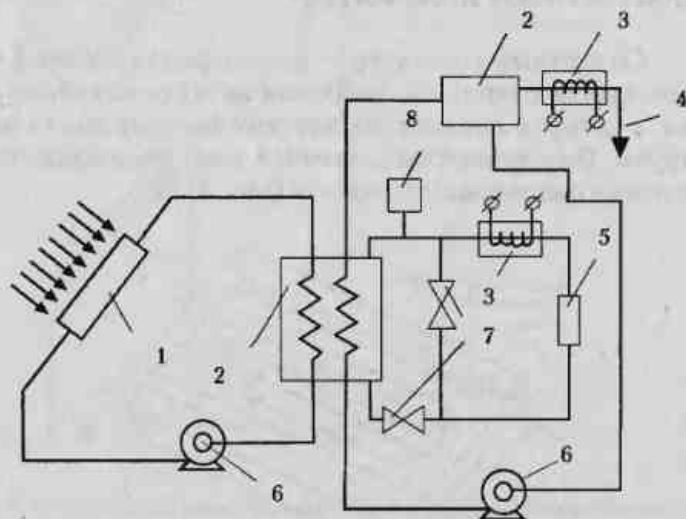


Рис. 114. Схема солнечного теплоснабжения дома:

1 — солнечный коллектор; 2 — бак-аккумулятор;
3 — нагреватель-дублер; 4 — горячая вода; 5 — отопительный дублер;
6 — циркуляционный насос; 7 — обратный клапан;
8 — расширительный бак.

Схема солнечного теплоснабжения жилого дома дана на рис. 114.

Как видно из приведенной схемы, тепло, накопленное первичным контуром, отдается первичному баку-аккумулятору, который включен в контур отопления дома и в котором имеется змеевик контура горячего водоснабжения. Таким образом, бак-аккумулятор одновременно служит теплообменником. Оба вторичных контура снабжены дублерами-нагревателями (например, отопительный котел или электронагреватель).

Система солнечного теплоснабжения уменьшает нагрузку на отопительную систему-дублер, которая включается лишь в малосолнечные и очень холодные дни.

Литература

Шепелев А. М. Как построить сельский дом. — М.: Рос-сельхозиздат, 1985.

Шварцман А. С. и др. Инженерное оборудование индивидуального дома /Справочное пособие. — М.: Стройиздат, 1993.

СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения — М.: ЦИТП, 1986.

СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование. — М.: ЦИТП, 1992.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
-----------------------	---

ДОМОВАЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДКА

Наружная сеть	9
Узел ввода	12
Электрощиток	14
Домовые группы	15
Трехфазная сеть	17
Заземляющий провод	18
Защитное отключение	19
Короткое замыкание	20
Перегрузка	21
Защита от токовых утечек	22
Электромонтажные работы	24
Провода, кабели и инструмент	24
Структура электропроводки	32
Монтаж скрытой электропроводки	34
Ответвительные коробки	43
Электросхемы	46
Молниезащита	48
Молниеприемник	49
Токоотвод	52
Заземлители	53

ВОДА В ДОМЕ И НА УЧАСТКЕ

Поиск	57
Много ли надо?	57
Подземные воды	59
Где копать?	61
Водозабор	62
Добыча	62
Шахтный колодец	63
Трубный колодец (скважина)	78
Забивной (абиссинский) колодец	92
Извлечение и доставка	95
Водораздача	100
Водонапорный бак	101
Гидропневматическая установка (мембранный бак)	104
Садовый водопровод	107
Очистка	109

АВТОНОМНАЯ КАНАЛИЗАЦИЯ

Очистные сооружения	113
Септик	114
Фильтрующие устройства	119
Фильтрующие устройства для водонепроницаемых или слабопроницаемых грунтов	130
Перекачка сточных вод	143
Домовая сеть	144
Дворовая сеть	146

ОТОПЛЕНИЕ

Мы его теряем	151
Расчет экономит деньги	160
Грейте здесь	164
Эффективность отопительного прибора	165
Водяное (жидкостное) отопление	168
Выбор отопительной системы	168
Циркуляционный контур	170
Незамерзающий теплоноситель	170

Чистые трубы, горячие ребра	174
Чугунные секционные радиаторы, или радиаторные батареи	174
Панельные радиаторы-конвекторы	179
Медно-алюминиевые конвекторы	181
Системы циркуляции	185
Верхняя разводка	185
Нижняя разводка	189
Однотрубные системы	189
Длина циркуляционных колец	192
Принудительная циркуляция	193
Какую систему выбрать?	196
Расширительный бак	196

ГЕНЕРАТОРЫ ТЕПЛА

Газовые и жидкотопливные котлы	202
Конденсационные котлы	205
Электрод котлы	210
Электродные котлы	211
ТЭНовые котлы	212
Котельная автоматика	213
Твердотопливные котлы	214
Однотопочные котлы	218
Гидроаккумулятор	222
Двухтопочные котлы	223
Автоматизированные котельные	226
Газогенераторы	227
Калориферы	231
Чему отдать предпочтение	234

ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Тепловой насос	239
Блочная теплоэлектростанция	244
Гелиоустановки	247
Одноконтурная схема	248
Двухконтурная схема	249
Солнечный коллектор	249

Литература	252
----------------------	-----

Синельников Владимир Соломонович
ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ЗАГОРОДНОГО ДОМА

Ответственный редактор *Л. Ключник*
Редактор *М. Зимина*
Художественный редактор *А. Марычев*
Технический редактор *О. Куликова*
Компьютерная верстка *А. Пучкова*
Корректор *Е. Анищенко*

Оптовая торговля книгами «Эксмо»:

ООО «ТД «Эксмо». 142700, Московская обл., Ленинский р-н, г. Видное,
Белокаменное ш., д. 1, многоканальный тел. 411-50-74.

E-mail: reception@eksmo-saie.ru

**По вопросам приобретения книг «Эксмо» зарубежными оптовыми
покупателями** обращаться в отдел зарубежных продаж ООО «ТД «Эксмо»

E-mail: foreignseiler@eksmo-saie.ru

International Sales:

For Foreign wholesale orders, please contact International Sales Department at
foreignseiler@eksmo-saie.ru

По вопросам заказа книг «Эксмо» в специальном оформлении
обращаться в отдел корпоративных продаж ООО «ТД «Эксмо»

E-mail: project@eksmo-saie.ru

Оптовая торговля бумажно-беловыми

и канцелярскими товарами для школы и офиса «Канц-Эксмо»:

Компания «Канц-Эксмо»: 142702, Московская обл., Ленинский р-н, г. Видное-2,
Белокаменное ш., д. 1, а/я 5. Тел./факс +7 (495) 745-28-87 (многоканальный).
e-mail: ksnc@eksmo-saie.ru, сайт: www.kanc-eksmo.ru

Полный ассортимент книг издательства «Эксмо» для оптовых покупателей:

В Санкт-Петербурге: ООО СЗКО, пр-т Обуховской Обороны, д. 84Е.

Тел. (812) 365-46-03/04.

В Нижнем Новгороде: ООО ТД «Эксмо НН», ул. Маршала Воронова, д. 3.

Тел. (8312) 72-36-70.

В Казани: ООО «Н КП Казань», ул. Фрезерная, д. 5. Тел. (843) 570-40-45/46.

В Ростове-на-Дону: ООО «РДЦ-Ростов», пр. Стачки, 243А.

Тел. (863) 268-83-59/60.

В Самаре: ООО «РДЦ-Самара», пр-т Кирова, д. 75/1, литера «Е».

Тел. (846) 269-66-70.

В Екатеринбурге: ООО «РДЦ-Екатеринбург», ул. Прибалтийская, д. 24а.

Тел. (343) 378-49-45.

В Киеве: ООО ДЦ «Эксмо-Украина», ул. Луговая, д. 9.

Тел./факс: (044) 537-35-52.

Во Львове: ТП ООО ДЦ «Эксмо-Украина», ул. Бузкова, д. 2.

Тел./факс (032) 245-00-19.

В Симферополе: ООО «Эксмо-Крым» ул. Киевская, д. 153.

Тел./факс (0652) 22-90-03, 54-32-99.

Мелкооптовая торговля книгами «Эксмо» и канцтоварами «Канц-Эксмо»:

117192, Москва, Мичуринский пр-т, д. 12/1. Тел./факс: (495) 411-50-76.

127254, Москва, ул. Добролюбова, д. 2. Тел.: (495) 780-58-34.

Полный ассортимент продукции издательства «Эксмо»:

В Москве в сети магазинов «Новый книжный»:

Центральный магазин — Москва, Сухаревская пл., 12. Тел. 937-85-81.

Волгоградский пр-т, д. 78, тел. 177-22-11; ул. Братиславская, д. 12, тел. 346-99-95.

Информация о магазинах «Новый книжный» по тел. 780-58-81.

В Санкт-Петербурге в сети магазинов «Буквоед»:

«Магазин на Невском», д. 13. Тел. (812) 310-22-44.

**По вопросам размещения рекламы в книгах издательства «Эксмо»
обращаться в рекламный отдел. Тел. 411-68-74.**

Подписано в печать 20.07.2007.

Формат 84x108¹/₃₂. Гарнитура «Петербург».

Печать офсетная. Бум. тип. Усл. печ. л. 13,44. Уч.-изд. л. 8,8.

Тираж 5000 экз. Заказ № 4702334

Отпечатано на ОАО «Нижполиграф»
603006, Нижний Новгород, ул. Варварская, 32.